
3 1761 01709341 0

ŒUVRES COMPLÈTES

DE

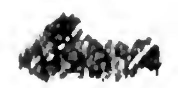
CHRISTIAAN HUYGENS.

Imprimerie de Joh. ENSCHEDÉ & Fils, Harlem.



Constantijn Huygens

frere de Christiaan,
d'apres un medaillon appartenant au musée communal de la Haye et se trouvant maintenant a titre de prêt au musée-Huygens Hofwijck à Voorburg.



ŒUVRES COMPLÈTES

DE

PUBLIÉES PAR LA

SOCIÉTÉ HOLLANDAISE DES SCIENCES

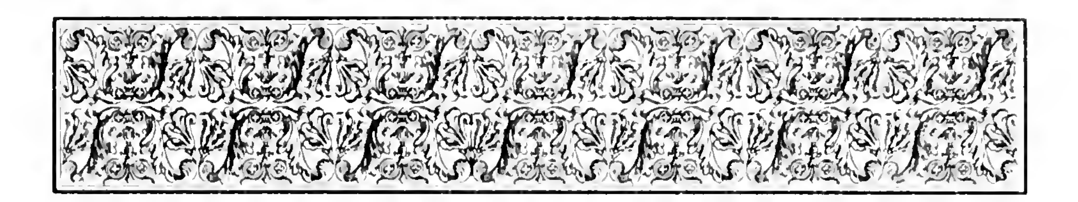
TOME VINGT-ET-UNIÈME

COSMOLOGIE



LA HAYE
MARTINUS NIJHOFF
1944

COSMOLOGIE



Avertiſſement général.

Nous réuniſſons dans ce Tome toutes les Pièces — à l'exception des Journaux de voyage, et d'un aſſez grand nombre de „Varia", parmi leſquels les „Varia academica", dont fait partie la Pièce publiée en 1693 ſur la force mouvante de l'exploſion de la poudre à canon — qui n'ont pas encore vu le jour dans les Tomes précédents [1]). Elles peuvent toutes, nous ſemble-t-il, être appelées coſmologiques; car l'homme lui-même, microcoſme qui conſidère l'univers, ne fait-il pas partie du Coſmos? Les réflexions de Huygens, non ſeulement ſur la coſmogonie, mais encore ſur la ſociété humaine, ſur la vie et la mort des individus, ſur leur raiſon [2]), ſur leur déſir de gloire [3]) et de bien-être, ſur leurs aſpirations diverſes, trouvent fort bien leur place, penſons-nous, parmi les Pièces de nature aſtronomique. En effet, le *Coſmotheoros* lui auſſi, dernier ouvrage de Huygens, par lequel le préſent Tome ſe termine, traite en partie d'aſtronomie proprement dite et en partie de conſidérations ſur les habitants de notre planète et ſur ceux qu'on peut ſe figurer ſur les autres.

---

[1]) A la dernière page (p. 622) du T. XX nous avons renvoyé le lecteur au T. XXI pour les „Excerpta ex epistola C. H. Z. ad G. G. L." Nous pensions que le T. XXI pourrait, outre la Cosmologie, contenir les différents „Varia". Ceci s'étant montré impossible, c'est dans le T. XXII qu'il faudra chercher nos remarques sur les „Excerpta".

[2]) Voyez la p. 663.

[3]) *Μὴ μὰν ἀσπουδί γε καὶ ἀκλειῶς ἀπολοίμην, ἀλλὰ μέγα ῥέξας τι καὶ ἐσσομένοισι πυθέσθαι* (Homère, Iliade XXII 304—305).

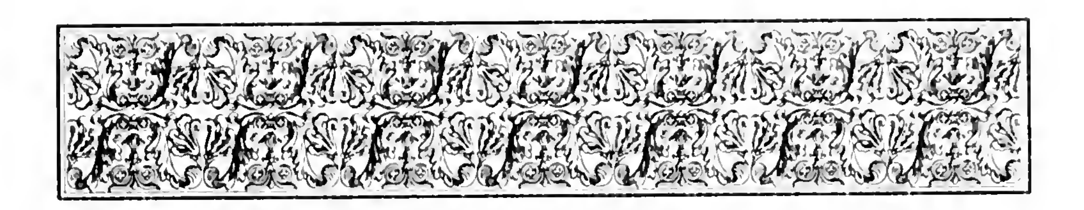
Comparez la note 11 de la p. 521 où nous citons un poème de Longfellow, ainſi que la p. 315 où nous publions des vers de Huygens lui-même.

Le T. XV, voué à l'aſtronomie pure, ne contenait pas encore tout ce qui ſe rapporte à ce ſujet. Il reſtait des Pièces importantes telles que celles ſur le planétaire, ſur l'„aſtroſcopia compendiaria", ſur la forme ſphéroïdale de la terre, ſur la cauſe de la peſanteur.

En étudiant ces Pièces et les autres publiées dans le préſent Tome, nous avons pu conſtater que Huygens, déjà avant l'apparition des „Principia" de Newton, ſe ſentait de plus en plus attiré par la théorie de Kepler des orbites elliptiques des planètes, tout en n'étant pas entièrement convaincu de la réalité de cette forme. Ce n'eſt qu'après avoir lu Newton qu'il accepta ſans réſerve la théorie des orbes elliptiques, et cela tant pour les comètes que pour les planètes. Quant à l'hypothèſe de forces inverſement proportionnelles aux carrés des diſtances, exercées, apparemment à diſtance (inſtantanément, à travers un eſpace abſolu, ſans aucun intermédiaire), par chaque particule matérielle ſur toutes les autres [4]), il n'a pu l'accepter dans ſa généralité. Cependant — voyez notre Avertiſſement au Diſcours de la Cauſe de la Peſanteur, ainſi que la p. 577 qui ſuit — il paraît douteux ſi ſon hypothèſe de tourbillons multilatéraux [5]), expliquant non ſeulement la pesanteur terreſtre mais auſſi celle des planètes et des comètes vers le ſoleil, laquelle il a maintenue juſqu'à ſa mort, le ſatisfaiſait pleinement. L'influence de Deſcartes ſur lui reſta toujours grande, mais on le voit s'en émanciper de plus en plus, ce qui appert auſſi par le fait qu'il croit devoir combattre ſa métaphyſique [6]). On remarquera en outre — voyez e.a. la p. 511 — l'influence des écrits philoſophiques de Cicéron. Nous ſignalons d'autre part celle de ſon contemporain aîné, la Mothe le Vayer.

[4]) Voyez sur le sentiment de Newton lui-même les p. 435 et 494 qui suivent.
[5]) Mentionnée aussi aux p. 505—506.
[6]) Voyez notamment les p. 522 (note 2), 525—527, 662, 667 et 826.

HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES. ASTRONOMIE.



Avertiſſement.

L'obſervation ſyſtématique des étoiles fixes dans le but d'établir leurs coördonnées devint poſſible à Paris dès qu'on put diſpoſer des inſtruments néceſſaires. On peut trouver un aperçu des perfectionnements créant en ces jours une „véritable révolution dans l'art d'obſerver" e.a. dans l'article „Hiſtoire de la Phyſique" par Ch. Fabry publié en 1924 et faiſant partie du Recueil „Hiſtoire des Sciences en France" [1]). Nous avons déjà imprimé dans le T. XIX [2]) le diſcours (ou la note écrite) de Huygens ſur la poſſibilité de faire des tables bien plus exactes que celles antérieurement conſtruites des lieux des étoiles fixes ainſi que du mouvement des aſtres errants.

La première Pièce, tirée du Regiſtre de l'Académie, qui ſuit — les ſept autres ſont de ſimples renvois au T. XV et, dans deux cas, au T. XIX — date de 1666 (et en partie de 1667) comme le diſcours mentionné qui peut même être cenſé en faire partie, ce que le titre de la Pièce I fait voir. Caſſini ne vint en France qu'en 1669 et l'Obſervatoire ne fut achevé qu'en 1672. En 1666 et dans les années ſuivantes on obſervait encore, en ſe ſervant des „inſtrumens qu'on a deſia" [3]), dans le jardin de

---

[1]) L'article se trouve dans le T. XIV (Histoire des Sciences en France, Premier Volume, Introduction générale par Emile Picard) de l' „Histoire de la Nation française" (dir. G. Hanotaux), Paris, Soc. de l'hist.nat. Librairie Plon.

[2]) T. XIX, p. 258—263. Voyez à la p. 32 le § 11 de la Pièce I qui suit.

[3]) T. XIX, l. 5 d'en bas de la p. 264. Voyez la p. 87 du T. VI sur un grand „quadrant" que, d'après une lettre de Huygens de novembre 1666, on construisait en ces jours „sur le pignon d'une maison".

la Bibliothèque du Roi [4]). Le titre de la Pièce I rappelle auſſi l' „Obſervation — déjà publiée dans le T. VI [5]) — de l'Eclypſe du Soleil du 2e Juillet 1666 faite dans la maiſon de Monſieur Colbert" [4]): elle eſt en effet tirée, elle auſſi, des pages du Regiſtre que nous conſidérons ici. Parmi „les inſtrumens qu'on a" il convient de ſignaler les horloges de Huygens qu'il avait apportées de la Haye: elles furent employées dans l'obſervation de l'éclipſe [6]).

Les communications de Huygens de la Pièce I font partie d'un enſemble de communications et de diſcuſſions entre divers membres de l'Académie. Une publication intégrale de cet enſemble ſerait ſans doute plus inſtructive. C'eſt l'époque dont Fabry dans l'article cité plus haut (Chap. II. Le dix-ſeptième ſiècle) dit: „Des réſultats très importants furent obtenus en aſtronomie ainſi que dans l'art des obſervations; c'eſt pendant cette période que fut inventé le micromètre pour les obſervations aſtronomiques — nous diſons quelques mots ſur ce ſujet un peu plus loin [7]) —, que fut réaliſé l'emploi des lunettes pour la meſure des angles et l'uſage des horloges pour les obſervations aſtronomiques, et ce fut vraiment une œuvre collective. En phyſique, les réſultats furent moins importants, bien que certaines expériences ſur le pendule, ſur l'élaſticité des gaz, ſur l'écoulement des liquides aient certainement été, en partie, le réſultat d'une collaboration effective entre les académiciens [8]). Toutefois, cette collaboration devint de moins en moins profitable". Cette publication intégrale ſerait cependant déplacée dans les Oeuvres de Huygens. Comme ailleurs nous ſuivons une

[4]) Rue Vivienne. Voyez la note 3 de la p. 498 du T. XVII. La maison de Colbert (voir le texte) était fort près de la Bibliothèque du Roi (T. VI, p. 212). Comparez l'endroit du T. VI, se rapportant au „quadrant" de 1666, que nous avons cité dans la note précédente.

[5]) T. VI, p. 58—66.

[6]) Nous avons déja dit dans la note 1 de la p. 18 du T. XVIII qu'on fit évidemment usage en cette occasion des horloges *astronomiques* et non pas d'horloges *à remontage*, comme le dit la p. 641 du T. VI: ces dernières étaient des horloges *marines*.

[7]) P. 18—19.

[8]) Voyez sur l'écoulement des liquides et de l'air comprimé, etc. les p. 166—173 et 120—142 du T. XIX.

Pour plus de détails, notamment sur l'astronomie dont nous traitons ici, on peut évidemment consulter aussi l' „Histoire de l'Academie Royale des Sciences, depuis son établissement en 1666 jusqu'à 1696". T. I, Paris, G. Martin e. a. MDCCXXXIII; et, pour avoir une vue d'ensemble, on peut encore lire l'article „Les Sciences en Europe" de P. Tannery (cité aussi au T. XVIII) qui se trouve dans le T. VI de l' „Histoire générale du IVe siècle à nos jours" publiée sous la direction de E. Lavisse et A. Rambaud.

voie moyenne [9]). La lecture de ces pages du Registre donne en effet l'impression que c'est surtout au début que les membres s'intéressèrent généralement à l'astronomie.

La Pièce I débute par un discours d'Auzout; comme il s'agit ici d'une feuille *collée* dans le Registre dont la date précise est indéterminable, nous ignorons si ce discours est antérieur ou postérieur à la lecture dans l'Académie du programme de Huygens publié dans le T. XIX [10]) qui commence, conformément au discours d'Auzout, par l'alinéa: „Trouver la ligne meridiene et la hauteur du pole de Paris, qui sont les fondements de toutes autres observations astronomiques".

Ce fut Auzout [11]) qui „exposa le premier à Louis XIV l'utilité de construire un observatoire à Paris" [12]). Huygens, lui, était convaincu longtemps avant 1665 de la nécessité de trouver exactement la ligne méridienne et la hauteur du pole: voyez, à la p. 529 du T. XV, le début du § 5 datant probablement de 1658: „Stellarum omnium situs ope horologii et binorum perpendiculorum describi poterunt si poli altitudo et meridianus loci exactè cognitus fuerit". Ce „§ 5" de 1658 correspond d'ailleurs au

9) Voyez dans le T. XIX les p. 170 (note 1), 173 (avant-dernier alinéa), 181—185 (Appendice II à la „Statique" et à la „Dynamique"), 255 (note 2; ici il s'agit de la note d'Auzout de 1666 ou 1667, § 1 de la p. 25 qui suit), 257 (note 7), 262 (note 1), 283 (note 1, où il est question des observations et des discours de Cassini et de Picard sur les comètes), 293 (note 3, même sujet), 310 (discours de Cassini sur le même sujet), 330—331, 339—340, 344—345, 400 (note 6 traitant des observations des satellites de Jupiter), 417, 432 (satellites de Jupiter), 439—441 (notes), 630 et suiv. (différents mémoires sur la cause de la pesanteur).

10) T. XIX, p. 255—257.

11) Consultez sur Auzout (né en 1630 s'il faut ajouter foi à E. Maindron „L'ancienne académie des sciences. Les académiciens 1666—1793", Paris, Tignol, 1895) la note 3 de la p. 391 du T. I, où nous avons dit qu'il quitta Paris en 1668 pour se rendre en Italie (voyez aussi la p. 267 du T. VI). Il ne revint que peu avant le départ définitif de Huygens de Paris; voyez son nom dans la note 3 de la p. 293 du T. XIX où il est question d'observations de la comète de 1680—1681. La lettre de Huygens à la page citée du T. I fait voir qu'il avait déjà rencontré Auzout en 1655 lors de sa première visite à Paris. Il le vit de nouveau à Paris en 1663. En 1664 il entra en correspondance avec lui; voyez le T. V.

12) Nous citons L. F. A. Maury „Les académies d'autrefois. L'ancienne académie des sciences", Paris, Didier et C.ie, 1864. Voyez la Dédicace au Roi de l' „Éphéméride du Comète de la fin de l'année 1664 et du commencement de l'année 1665" par Auzout, Paris, 1665. Comparez aussi la fin de la note 2 de la p. 255 du T. XIX.

préfent „§ 5" de la p. 28 — la divifion en §§ provient toujours de nous — fans qu'il s'agiffe, bien entendu, d'une traduction littérale du latin en français. Sans parler directement du préfent § 5, nous avons dit dans ce T. XV de 1925, en citant au long la „Regiæ Scientiarum Academiæ Hiftoria" de 1701 de du Hamel: „La méthode décrite dans ce paragraphe [§ 5 de 1658] fut communiquée en 1667 [le brouillon eft de 1666; voyez l'Appendice II que nous citons auffi à la fin du § 2 à la p. 27 qui fuit] à l'Académie des Sciences de Paris".

Déjà en 1658, un an après l'invention de l'horloge à pendule, Huygens fe rendit parfaitement compte — nous l'avons dit à la p. 518 du T. XV — du fait que cette invention „met les aftronomes à même de remplacer la mefure des hauteurs par l'obfervation des paffages", ce qui eft le fujet traité dans l'un et l'autre § 5. Nous avons brièvement réfumé le § 5 de 1658 dans le deuxième alinéa de la p. 521 du T. XV difant qu' „il démontre que l'obfervation du paffage d'un aftre par les deux plans AB et AC [ce font dans la Fig. 3 de la p. 30 qui fuit, les plans paffant refpectivement par les fils verticaux AB et CD d'une part, AB et EF de l'autre] ne donne pas feulement l'afcenfion droite mais encore la déclinaifon de l'aftre".

N'aurait-on jamais fongé à appliquer cette ingénieufe méthode à l'obfervatoire de Paris pendant le féjour de Huygens dans cette ville? Nous [13]) avons dit dans le T. XV en citant un livre de 1877 [14]) que „cette nouvelle méthode allait développer l'aftronomie pratique d'une manière tout-à-fait imprévue dans la feconde moitié du dix-feptième fiècle", puifque . . . vers 1689 l'illuftre aftronome danois Ole Römer conftruifit l'inftrument de paffage, précurfeur du cercle méridien"; que „l'idée de Huygens ne s'eft pas réalifée tout-de-fuite, que nous fachions . . . ce n'eft que vers 1689 [plus de 22 ans après la communication à l'Académie] que Römer conftruifit fon inftrument de paffage [„machina azimuthalis"] qui pouvait être orienté, foit dans le méridien, foit dans le plan du premier vertical". (On voit une partie du cercle

[13]) Ou, pour parler plus clairement, les rédacteurs du T. XV.

[14]) P. 518 et 521; il s'agit de la „Geschichte der Astronomie" de R. Wolf (München, R. Oldenbourg). R. Wolf écrit: „[Es] setzte etwa 1689 Römer dem [Tychonischen Mauer -] Quadranten ein sog. Passageninstrument an die Seite, d.h. ein an langer Achse im Meridian spielendes Fernrohr. Den naheliegenden Gedanken . . . an der Achse des Passagen-instrumentes einen Kreis zu befestigen, der ebenso genaue Höhenablesungen erlaubt als das Fernrohr Einstellungen, hatte zwar ebenfalls schon Römer nicht nur gefasst, sondern auch mit Erfolg ausgeführt", comme cela ressort de sa correspondance avec Leibniz.

horizontal, et auffi une partie du cercle vertical, mobile autour d'un axe vertical, de cette „machina azimuthalis" ou azimutal, dans la Fig. 100 de la p. 601 de notre T. XVIII). Nous aurions pu citer auffi Delambre qui dans le „Difcours preliminaire" de fon „Hiftoire de l'aftronomie moderne" de 1821 dit en parlant de Picard et du „fyftème d'Aftronomie pratique, qu'il avait expofé à l'Académie dès l'an 1669" [15]): „On lui fit attendre dix ans le quart de cercle mural qu'il demandait avec des inftances continuelles; il n'eut pas le plaifir de le placer lui-même dans le méridien, il était mourant [en 1682] quand enfin l'inftrument fut terminé. En attendant, il avait effayé de faire tourner une lunette dans le plan du méridien. Cette idée fut réalifée par fon élève Roemer, et perfectionnée par les modernes. Elle a fourni l'un des deux inftrumens fondamentaux de l'Aftronomie. Roemer conftruifit donc la première lunette méridienne". (Cette longue lunette méridienne, mobile feulement dans le méridien, conftitue un deuxième inftrument de Roemer qu'il ne faut donc pas confondre avec fon azimutal; il l'avait dans fa maifon et la défigne par conféquent par le nom „machina domeftica". L'azimutal avait deux lunettes courtes tournant fur des axes courts). On peut auffi tenir compte de publications plus récentes que celles de 1821 ou 1877. D'ailleurs Delambre favait déjà fort bien que „les obfervations d'Auzout *et de Roemer* [amené par Picard à Paris où il féjourna de 1672 à 1681] ont été perdues. Toutes les recherches qu'on a pu faire pour les retrouver ont été vaines [16])." Voyez cependant chez Horrebow une obfervation confervée de Roemer de 1675 [17]). Roemer travaillait fans doute beaucoup à l'obfervatoire puifque d'après les „Comptes des Bâtiments du roi Louis XIV [18]) il recevait une penfion et des gratifications; en 1680 il reçut 3200 livres de penfion et 1000 livres de gratification „en confidération

[15]) P. XLIII.

[16]) Delambre „Histoire de l'astronomie moderne", T. II, p. 620. Delambre le dit en citant le livre de 1741 de P. Le Monnier qui faisait la même remarque: „Histoire celeste, ou Recueil de toutes les observations astronomiques faites par ordre du Roy, avec un Discours préliminaire sur le progrès de l'astronomie où l'on compare les plus récentes observations à celles qui ont été faites immédiatement après la fondation de l'Observatoire royal" (Paris, Briasson). Le Monnier se proposait de publier deux volumes, il n'a pu publier que le premier.

[17]) P. Horrebow, „Basis Astronomiæ sive Astronomiæ Pars Mechanica", 1735. Voyez le titre complet à la p. 600 du T. XVIII. On lit aux p. 106—107: „Sequitur observatio habita Parisiis in observatorio Regio anno 1675, etc." Il s'agit ici de la „methodus observandi æquinoctia" avec l'instrument de Roemer „amphioptra sive tubus reciprocus". Horrebow dit avoir copié l'observation d'un papier de Roemer brûlé depuis.

[18]) Cités par C. Wolf aux p. 200—201 de son livre de 1902 sur l'Observatoire de Paris.

des découvertes qu'il a faites en l'aſtronomie" [19]). Il eſt d'autre part certain que Roemer avait déjà pendant ſon ſéjour à Paris, plus préciſément depuis 1675 environ, le deſſein de conſtruire ſon inſtrument de paſſage (ou ſes inſtruments de paſſage) puiſqu'il écrit en 1700 à Leibniz: „Ex magna proinde cogitationum farrajine, hac vice deſumam articulum de Inſtrumento, cui uni aptum ædificium jam per XXV annos exoptavi, ſed nunquam obtinere licuit, omni ex parte voto ſatisfaciens" [20]). C. Wolf écrit à ce propos: „Roemer ſe plaint de n'avoir pu, pendant vingt-cinq ans, trouver nulle part un emplacement tout à fait propre à l'inſtallation de ſa lunette méridienne. Il n'y avait pas en effet à l'Obſervatoire un endroit qui lui offrit deux murs ſolides . . . etc. [21]). A Copenhague, où il était le maître, Roemer ne fut pas d'abord plus heureux etc."

Puiſque nous avons cité plus haut Delambre ſur Picard et le cercle mural, nous obſervons encore que, d'après les papiers de Caſſini (C. Wolf, p. 204), celui-ci avait fait conſtruire dès ſon arrivée à l'Obſervatoire, de nombreux inſtruments, e.a. „deux quarts de cercle *muraux*, pluſieurs quarts de cercle mobiles, *un azimutal pourvu de deux cercles entiers*, etc.". (Voyez d'alleurs au § 1 de la Pièce I qui ſuit ce qu'Auzout diſait déjà en 1666 ou 1667 ſur la néceſſité d'avoir „un azimuthal ioint au quart de cercle" ou „un azimuthal a part avec des filets ou autrement"). Quant aux obſervations de Caſſini, celles-ci n'ont été publiées qu'en 1900 par G. Bigourdan, aſtronome de l'Obſervatoire, ſous les auſpices de l'Académie des Sciences; mais il y a une lacune du 15 juin 1674 juſqu'à 1680 (C. Wolf. p. 206—208).

Somme toute, on peut conſidérer comme nullement improbable que les travaux de Roemer exécutés à Copenhague depuis 1681 [22]) ſe rattachent à ſes travaux, et plus généralement à des travaux, exécutés à l'Obſervatoire de Paris [23]).

---

[19]) Voyez sur le micromètre de Roemer le Cap. XIII („De Micrometro Roemeriano") de la „Basis astronomiæ" de Horrebow.

[20]) Même endroit. Il s'agit d'une lettre du 15 déc. 1700 publiée dans les „Miscellanea berolinensia", continuatio II, 1727, p. 276.

[21]) R. Radau dans son article de 1868 dans la „Revue des deux Mondes" de Paris („L'observatoire de Paris depuis sa fondation") va jusqu'à dire: „le donjon que Perrault avait conçu, et qui fut exécuté malgré les réclamations les plus énergiques des hommes du métier, était complètement impropre aux observations du ciel".

[22]) Il faut noter que les observations de Roemer faites à Copenhague jusqu'en 1710, année de sa mort, ainsi que celles de son élève Horrebow qui lui succéda, sont également perdues à d'infimes restes près, par suite de l'incendie qui dévora l'observatoire de Copenhague en 1728.

Il eſt toutefois abſolument certain que la méthode de Huygens ne fut pas appliquée à Paris pendant ſon ſéjour autant qu'elle le méritait puiſqu'après ſon départ il écrit à de la Hire: „Je vous recommande ſur tout de faire mettre en eſtat le grand quart de cercle pour les hauteurs meridienes s'il ne l'eſt pas encore et de ſonger enſuite à déterminer les lieux des eſtoiles fixes par le moyen de ces hauteurs et des differences des aſcenſions droites. Comme depuis peu j'ay eſtudiè d'avantage en Aſtronomie que par le paſſè a l'occasion de la machine planetaire . . . je reconnois auſſi de plus en plus le beſoin que l'Aſtronomie a de cette correction des lieux des eſtoiles qui ſert de fondement a tout le reſte" [24]).

Nous croyons apercevoir que plus tard de la Hire a appliqué à Paris la méthode de Huygens [25]).

Bigourdan dans son livre de 1920 „L'astronomie, évolution des idées et des méthodes" (Bibl. d. philos. scientif. E. Flammarion, Paris) dit à bon droit dans le Chap. VI („Application des lunettes et du micromètre aux quarts de cercle. — Instruments modernes" I „Instruments méridiens"): „Avec son quart de cercle mural placé dans le méridien, Picard voulait évidemment déterminer les hauteurs méridiennes des astres; mais voulait-il employer le même instrument à la détermination des différences d'ascension droite? Cette question est difficile à trancher. Nous l'avons vu installer une lunette murale mobile dans le méridien, mais nous ignorons si son axe était court comme celui des quarts de cercle, ou s'il était long; et la question est importante, car avec un axe court il serait à peu près impossible de faire décrire à la lunette un plan parfait. C'est du moins ce qu'aperçut bien son élève Roemer qui plaça une [longue] lunette sur un long axe et créa ainsi la lunette méridienne; *mais nous manquons de détails sur l'invention de cet instrument* [nous soulignons]".

[23]) Dans sa „Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge von Purbach bis Reichenbach, 1450 bis 1830" de 1908 (Leipzig, W. Engelmann) Joh. A. Repsold exprime des doutes sur la construction de l'azimutal de Picard. Mais ces doutes ne reposent sur aucun document. Au contraire, Repsold nous apprend que cet azimutal est dit avoir été construit en 1678 par Migon pour le prix de fr. 387. C'est uniquement ce prix peu élevé qui le rend méfiant.

[24]) Lettre du 19 février 1682, p. 344 du T. VIII.

[25]) Dans ses „Tabulæ astronomicæ Ludovici Magni jussu et munificentia exaratæ et in lucem editæ" etc. de 1702 — nous citons la deuxième édition de 1727 — de la Hire écrit (voyez sur la détermination de la réfraction atmosphérique la suite du présent Avertissement) p. 97: („Usus Tabularum", Præceptum XIX): „Altera refractionis observandi Methodus. Possumus etiam refractionis quantitatem obtinere, ex observatione unius ejusdem stellæ, cujus altitudo meridiana sit 90 graduum, aut paucis gradibus minor. Cognitâ enim altitudine Poli vel Aequatoris in loco observationis, ex altitudine meridiana stellæ habebitur ejus vera declinatio, cum circa verticem vel Zenith refractiones sint insensibiles.

En confidérant les inftruments précurfeurs des inftruments de paffage de Roemer, on peut auffi avoir égard à ce que Huygens écrit aux p. 35 et 37, datant de 1680, du Manufcrit F: „La mefme lunette pourra fervir et pour prendre les egales hauteurs d'eftoile, eftant fufpendue par un fil; et dans le cercle meridien eftant fufpendue [à des fils] par les deux bouts . . . les bouts d'en haut [de ces fils] font attachez a deux petites avances de leton fcellees dans un mur qui foit difpofè nord et fud, comme les coftez des feneftres meridionales et feptentrionales de l'obfervatoire . . . l'on connoi ftra fi la vifuelle de la lunette, hauffée ou baiffée, demeure dans un même azimut, par le renverfement de la lunette [26])." Il eft permis de fuppofer — confultez l'Appendice IV qui fuit datant de 1674 — que Roemer converfait fouvent avec Huygens [27]) fur des fujets d'aftronomie. Voyez l'Appendice V fur les pages citées de 1680 du Manufcrit F.

Une difficulté effentielle qui fe préfente dans la détermination précife de la hauteur d'un aftre — nous le difons toujours à propos de cette méthode de Huygens — c'eft la réfraction atmofphérique. À la p. 2 (non numérotée) de fon ouvrage déjà cité dans la note 16 Le Monnier dit: „Perfonne n'ignore aujourd'hui quel progrès l'Aftronomie fit tout d'un coup en France dès l'établiffement de l'Académie: Mrs Huyghens, Picard & Auzout publièrent alors de fi belles découvertes fur la maniere de perfectionner les inftruments, qu'on reconnut bientôt tout le prix de leurs Obfervations, & quels avantages elles avoient fur celles de tous les autres Aftronomes qui les avaient précédés". Et à la p. V du Difcours Préliminaire: „La découverte des Réfractions

Sed si ad singulos gradus altitudinis stellæ, tempus in horologio oscillatorio notatum observetur, nec non tempus transitus stellæ per meridianum, quod obtinebimus per altitudines ejusdem stellæ æquales ad ortum & ad occasum, habebimus in triangulo sphærico arcum distantiæ inter Polum & Zenith, declinationis stellæ complementum, & angulum iisdem arcubus comprehensum, scilicet differentiam temporis medii inter transitum stellæ per meridianum, & eius locum pro quo calculus instituitur, in gradus & minuta conversam, quibus addenda erit huic tempori conveniens pars proportionalis motûs medii Solis 59'. 8". unius diei spatio; quamobrem reperietur verus arcus verticalis inter Zenith & stellæ verum locum: sed etiam ex observatione altitudinis stellæ eundem habuimus arcum apparentem; erit igitur eorum arcuum differentia refractionis quantitas in altitudine stellæ. Ex simili calculo, ad singulos gradus altitudinis stellæ colligetur refractio".

26) Il s'agit d'une rotation de 180° de la lunette autour de son axe.

27) Voyez e.a. sur des conversations sur d'autres sujets les p. 112 du T. VIII, 603 du T. XVIII et 440 du T. XX.

Aſtronomiques ayant été un des principaux objets des Aſtronomes de l'Académie dès les premières années de ſon établiſſement, M. *Huygens* propoſa à ce ſujet diverſes methodes qui donnerent lieu aux obſervations des étoiles Septentrionales, & des hauteurs du Soleil, qui ſont rapportées [ici]".

Il ne faut certes pas parler avec légèreté des connaiſſances des anciens, ni ſur ce ſujet, ni ſur beaucoup d'autres. Nous savons maintenant qu'il n'eſt pas vrai comme le dit Caſſini — qui avait conſtruit déjà en 1662, après Tycho Brahé, une table de la réfraction atmosphérique [28]) — que celle-ci leur était demeurée inconnue [29]). Au dix-ſeptième ſiècle on ignorait apparemment que Ptolémée — ſur lequel Alhazen (cité à la p. 519 du T. XV) ſe baſe — avait déjà traité ce ſujet dans ſon Optique [30]): il y parle, comme ſemble le faire Caſſini encore en 1693 [29]), d'un changement de direction, d'une réfraction, du rayon de lumière droit et reſtant tel en un endroit précis:

[28]) Voyez la p. 520 du T. XV.

[29]) Cassini écrit à la p. 36 de son article de 1693 — suivant Delambre „Histoire de l'astronomie moderne", T. II, p. 545, il avait d'ailleurs „lu cette histoire à l'Académie dés 1687" — „De l'origine et des progrés de l'astronomie et de son usage dans la géographie et dans la navigation (Mémoires de l'Acad. R. d. Sciences depuis 1666 jusqu'à 1699, T. VIII, Paris, Cie des Libraires. 1730): „Pour établir solidement les principes de l'Astronomie, l'Académie jugea qu'avant toutes choses il falloit s'appliquer à distinguer les fausses apparences d'avec les véritables. *Les anciens avoient supposé que les rayons des astres viennent en ligne droite jusqu'à nostre oeil.* On s'estoit bien apperceû *depuis environ un siécle* que cette supposition ne s'accorde pas avec les observations; & on avoit reconnu que les rayons se rompent en passant de l'aether dans l'air qui environne la terre, que cette réfraction fait paroistre les astres plus élevez qu'ils ne sont en effet, & que prés de l'horison elle eléve le soleil & la lune plus que la grandeur de leurs diamétres: Mais les plus célébres astronomes modernes s'estoient encore trompez, en ce qu'ayant remarqué que les réfractions deviennent plus petites à mesure que les hauteurs sont plus grandes, ils avoient prétendu que les réfractions des étoiles fixes deviennent imperceptibles à la hauteur de 30 degrez, & celles du soleil à la hauteur de 45". Ce passage fait voir que Cassini parle de Tycho Brahé et de ses successeurs en laissant dans l'ombre les savants antérieurs.

Il eſt vrai qu'il ne pouvait guère avoir lu l'Optique de Ptolémée dont le texte grec est perdu: au dix-septième siècle les manuscrits de la traduction latine n'étaient connus qu' à fort peu de personnes. Mais il aurait pu savoir qu'au premier siècle de notre ère Cléomède mentionne la réfraction atmosphérique (Κυκλικὴ θεωρία μετεώρων I, 1), et c'est surtout Alhazen écrivant au 11ième siècle qu'il aurait dû mentionner.

[30]) Comparez le dernier alinéa de la note précédente. Ce ne fut qu'au dix-neuvième siècle que fut publiée „L'Ottica di Claudio Tolomeo da Eugenio Ammiraglio di Sicilia, Scrittore del Secolo XII, ridotta in latino sovra la traduzione araba di un testo greco imperfetto" (éd. G. Govi, Turino, Stamperia Reale della Dita G. B. Paravia E. C. di I. Vigliardi, 1885). Nous citons dans le texte la p. 151 de cette édition.

„in loco contiguationis aëris ad ætherem fit flexio visibilis radii propter diversitatem istorum corporum duorum". Nous avons parlé dans le T. XIX [31]) de l'idée de rayons courbés; mais même lorsqu'on admet leur existence (voyez dans la Pièce II de la p. 84 qui suit ce que Picard, après Descartes et Hooke, dira des rayons courbés dans sa „Mesure de la Terre" de 1671) comment calculer, en partant de cette idée, de combien la réfraction fait varier la hauteur des étoiles? Il est fort compréhensible que ceux qui ont fait des calculs au dix-septième siècle s'en soient tenus aux rayons droits [32]). Voyez la Pièce V de Huygens qui suit.

Or, la méthode d'observation de Huygens dont il a été question écarte la difficulté de l'erreur due à la réfraction atmosphérique — bien entendu: *lorsque la hauteur du pôle est exactement connue* — puisque „le passage d'une étoile par un plan vertical est absolument indépendant de la réfraction" [33]).

Il fallait donc *d'abord* tâcher malgré la réfraction de déterminer exactement la hauteur du pôle. Heureusement — voyez la suite du présent Avertissement — à la hauteur où le pole se trouve à Paris, la correction pour réfraction est certainement petite. Ayant ensuite déterminé d'après la méthode de Huygens la véritable hauteur d'une étoile, les astronomes de l'observatoire auraient pu (comme il le dit) en observant cette hauteur directement, calculer, en prenant la différence des deux hauteurs, de combien la réfraction fait paraître un astre plus haut qu'il n'est.

---

[31]) T. XIX, p. 392. Voyez aussi les p. 685—686 du même Tome.

[32]) Il est vrai que Morin (qui s'en tient à la théorie, d'ailleurs sans faire des calculs) écrivait déjà avant 1640 à la p. 337 du livre cité à la p. 17 (Pars Nona, Cap. II, intitulé „Refringuntur radij coelestes ab Atmosphæra de qua dubitationes enodantur"): „certum est refractionem magis esse ab occurrente densitate medij, quàm ab occurrente superficie ... cùm Atmosphæræ regio in suprema sui parte rarior, & in infima propè Terram densior ... ideirco crepuscula fient in Atmosphæræ sublimiori parte, refractiones verò in depressiori", mais il ne parle pas d'une densité augmentant *graduellement* et dans ses figures les rayons se brisent en atteignant *la surface sphérique* qui sépare la région basse de l'atmosphère de sa région élevée.

Aujourd'hui encore on ne peut calculer une valeur précise de la réfraction atmosphérique qu'en partant d'hypothèses sur la constitution (d'ailleurs variable) de l'atmosphère. Heureusement la *partie principale* de la correction à apporter de ce chef à la hauteur d'une étoile se tire des hauteurs observées elles-mêmes, savoir les hauteurs correspondant aux deux culminations; on le savait déjà au dix-septième siècle.

[33]) T. XV, p. 520.

Nous obſervons encore, au ſujet du cercle méridien, que déjà dans un livre de 1634—1640 „Aſtronomia jam a fundamentis integre et exacte reſtituta"[34]) l'auteur, J. B. Morin, parlant „de accuratiſſima tabularum aſtronomicarum reſtitutione in univerſum" [35]) exhorte le „Principem" qui „velit deinceps ipſam tabularum conſtructionem aggredi" à ériger ſur le „Mons Valerianus prope Pariſios" une „quadratam formam lapidibus quadris" où il y ait une „linea meridiana accuratiſſimè ſumpta" et au-deſſus de cette ligne un „quadrans cupreus" avec une „alhidada" — en cet endroit il n'eſt pas encore queſtion de *lunette* [36]) —, diſant: „nulla eſt altera via cum hac, facilitate, certitudine & præciſione comparanda quandoquidem Keplerus etiam conqueritur de obſeruationibus aſtrorum per diſtantias ſumptas cum ſextantibus vel octantibus, quæ tamen præcipuis huius ſæculi aſtronomis, frequentiſſimè in uſu ſuere, *ob nondum benè animaduerſam Meridiani circuli excellentiam* [nous ſoulignons]". Nous avons mentionné à la p. 255 du T. XIX le quart de cercle qu'on poſſédait à Paris déjà en 1666 auquel fut adapté plus tard une lunette [37]).

Hauteur du pôle. Nous avons dit dans la note 4 de la p. 266 du T. XIX que Huygens prend en 1667 48°53′ pour la hauteur du pôle à Paris [38]), tandis que Caſſini en 1681 prend correctement 48°50′ [39]). Toutefois Caſſini n'eſt pas bien certain de cette

---

[34]) Avec le sous-titre „Complectens IX. Partes hactenus optatæ Scientiæ Longitudinum coelestium nec-non terrestrium . . . Opus astronomicis tabulis exactissimè condendis absolutè necessarium. Ad eminentissimum Cardinalem Richelium, ducem et Franciæ parem". Authore Ioanne Baptista Morino . . . Parisiis, apud authorem, tum apud I. Libert, MDCXL.

[35]) Titre du Cap. VIII de la Pars Nona.

[36]) Cependant c'est Morin, paraît-il, qui a préconisé le premier en France — voyez aussi ce que Repsold dans son livre cité plus haut dit (I, p. 41) sur son contemporain Fr. Generini — l'emploi de la lunette adaptée aux instruments de mesure. M. Delambre, Histoire de l'astronomie moderne, T. II (Paris, V[ve] Courcier, 1821), p. 242, dans l'article „Morin": „[Morin] proposa un quart de cercle avec deux lunettes etc." Comparez la l. 15 de la p. 11 qui précède.

[37]) En janvier 1668 Huygens ne parle pas encore d'une lunette à tuyau *remplaçant* les pinnules: il écrit (T. VI, p. 171) qu'on se sert à Paris de „verres de lunette *appliquez* aux pinnules de quarts de cercle etc. . . c'est comme une lunette sans tuyau".

[38]) A la Bibliothèque du Roi. Huygens écrit probablement 48° 53′ et non pas 48° 52′ 45″ — voyez la Pièce IA qui suit — pour s'en tenir à un nombre entier de minutes.

[39]) „Abregé des observations & des reflexions sur la comete qui a paru au mois de Decembre 1680 etc.", p. 34: „La Ville de Paris qui est éloignée du Pole de 41 degrez 10 min. . ." Il semble

valeur. Son article de 1693: „S'il eſt arrivé du changement dans la hauteur du Pole, ou dans le cours du Soleil?" [40]) fait voir qu'il obſerva cette hauteur tant à Rome, qu'à Paris, à Uranibourg et ailleurs; p. 251: „A Paris on a auſſi remarqué [comme ailleurs] en peu de tems une variation ſenſible dans la hauteur du Pole.. etc." Il s'agit de variations de plus d'une demi-minute. Caſſini a l'habitude d'ôter préciſément „une minute à cauſe de la réfraction" [41]). Pierre Petit dans ſa diſſertation ſur la hauteur du pôle à Paris, qui ſuit l'ouvrage en dialogues de 1660 de J. B. Duhamel „Aſtronomia phyſica, ſeu de luce, naturâ et motibus corporum coeleſtium, libri duo" prenait 48°52' pour la latitude de Paris [42]).

Au § 1 Auzout dit qu'il faut ſe ſervir d' „inſtruments bien juſtes". Nous avons cité à la p. 114 du T. XV ſon „Traité du micromètre etc." de 1667, où il eſt queſtion d'un micromètre à vis. Conſultez les p. 50—53 et 191 du même Tome, ainſi que la note 3 de la p. 59 du T. VI (citation de l'„Hiſtoire de l'Académie Royale des Scien-

pourtant que Cassini entend parler de la hauteur du pole *à l'observatoire*, auquel cas sa valeur s'accorde à peu près avec celle de Huygens. A la p. 251 de l'article cité dans le texte sur le changement de cette hauteur il dit qu'en 1669 il trouva avec Picard 48°53'0", hauteur apparente à la Bibliothèque du Roi, c. à. d. 48°51'10" à l'endroit de l'Observatoire, „correspondant à une hauteur vraie 48°50'10"" (comparez la note suivante). Delambre „Histoire de l'astronomie moderne" de 1821, T. II, p. 621 (article sur Picard) ajoute: „On trouve aujourd'hui 3" de plus".

[40]) Mémoires de l'Académie Royale des Sciences depuis 1666 jusqu'à 1699, T. X. p. 246—257.

[41]) Dans son édition de 1684 du „Traité du Nivellement" de Picard, amplifié par lui-même (voyez la p. 75 qui suit) Ph. de la Hire écrira; „J'ay donné les vrayes hauteurs de Pole à la place des apparentes, les ayant diminuées chacune d'une minutte, qui est à peu prés l'élevation que cause la refraction à la hauteur de l'Etoile Polaire d'où on les avoit déduites, suivant ce que M. Cassini avoit observé le premier, & que nous avons confirmé dans la suite par un tres-grand nombre d'Observations".

[42]) Il s'agit du prêtre de l'Oratoire Duhamel qui fut le premier secrétaire de l'Académie des Sciences et l'auteur de la „Historia Regiæ Scientiarum Academiæ" de 1701. Voyez sur son „Astronomia physica" la p. 537 du T. II de l'„Histoire de l'astronomie moderne" de 1821 de M. Delambre.

Puisque nous avons eu l'occasion de noter nous-mêmes ce qui se rapporte à Huygens dans les Registres de l'Académie, nous lisons avec intérêt dans une note de la p. LIII du T. I du même livre de Delambre qu'il a „eu l'occasion de compulser tous les anciens registres de l'Académie, en ce qui concerne Huygens, Picard, Cassini et Richer".

[43]) Consultez aussi la p. 199 qui suit.

ces"), fur les difpofitifs micrométriques antérieurs de Huygens, dont d'ailleurs il parle aufli à la p. 92 qui fuit en traitant de fon niveau de 1679—1680[43]). Il mérite d'être remarqué que Huygens n'a jamais reconnu que pour mefurer les diamètres apparents des planètes les „lamellæ" employés par lui feraient inférieures aux micromètres à fils (et à vis)[44]). Voyez encore fur ces mefures de Huygens la p. 670 qui fuit.

À la fin du § 4 [45]), où il eft queftion de la mefure de l'afcenfion droite des étoiles, Huygens fait remarquer que ces obfervations fervent en même temps à déterminer l'obliquité de l'écliptique. C'eft là aufli une des conftantes, ou plutôt une des grandeurs, fondamentales, dont il était queftion dans le programme général de Huygens à l'Académie. En 1688 [46]) Huygens écrira: „L'obliquitè de l'Ecliptique determinee a l'Academie des Sciences a Paris, eft de 23°29'".

Au § 13 Auzout fait mention de „la machine pour fe feruir des Lunetes fans tuiau", ce qui fait voir que de pareilles lunettes exiftaient en 1666. D'après Delambre c'eft lui qui aurait eu le premier, dès 1663 [47]), l'idée de fupprimer le tuyau des lunettes. Auzout parle e.a. de „la maniere de fe paffer de Tuyau" dans fa lettre à Oldenbourg du 22 août 1665 [48]); mais fon „Traité de l'Utilité des grandes Lunettes, & de la maniere de s'en fervir fans Tuyau" qu'il mentionne ailleurs, n'a jamais vu le jour.

Ce que Delambre n'a pas fu c'eft que Huygens écrivit en feptembre 1662[49]) à fon frère Lodewijk fe trouvant alors à Paris que, ne trouvant pas le moyen de conftruire, comme en Angleterre, des tuyaux droits et fermes, on pourrait „ofter les 3 coftez du tuyau, en laiffant feulement celuy d'en bas, etc.", ce que Lodewijk communiqua en ce même mois à P. Petit [50]); or, Petit faifait des obfervations aftronomiques avec Bouillau,

---

44) Voyez le „Cosmotheoros" (p. 697 du présent Toms).
45) Voyez sur l'ordre de succession des §§ 4 et 5 ce que nous disons vers la fin du § 4.
46) Manuscrit F, p. 327. Cette page est datée Nov. '88.
47) „Histoire de l'astronomie moderne", T. II, p. 594.
48) P. 100 du T. VII, Seconde Partie des Memoires de l'Acad. R. d. Sciences depuis 1666 jusqu'à 1699, de 1729.
49) T. IV, p. 227.
50) T. IV, p. 234—235.

Auzout et Frenicle [51]) de forte qu'il femble probable que ce foit lui qui ait communiqué cette idée de Huygens à Auzout [52]). Se trouvant lui-même à Paris en novembre 1663 Huygens écrivit à Moray [53]): „Ce que j'ay a vous dire touchant les lunettes d'approche que les curieux d'icy fabriquent, c'eft que dernierement nous fismes l'effay d'une de 35 pieds fans aucun tuyau, qui reuffit admirablement bien. La façon de dreffer le verre objectif eft de Monfieur Auzout, et confifte en ce que . . . etc." En janvier 1666 Conftantyn Huygens père mentionne lui auffi les „grands Telefcopes fans tuijau de Monfieur Auzout" [54]).

Voyez encore fur Huygens et Auzout la note 5 de la p. 26 qui fuit.

À la p. 14 qui précède nous avons cité Le Monnier, parlant généralement dans fon ouvrage hiftorique de 1741 des mérites de Huygens aftronome dans les premières années de l'Académie. Sur l'Obfervatoire et les inftruments qui s'y trouvaient on peut auffi confulter l'ouvrage déjà plufieurs fois cité de C. Wolf „Hiftoire de l'Obfervatoire de Paris de fa fondation à 1793" [55]), où toutefois Huygens eft à peine mentionné [56]). C'eft ainfi qu'à la p. 20 Wolf écrit à tort: „C'eft à la même époque [1668] qu'il [*c. à. d. Picard*] a l'idée de faire fervir l'heure du paffage des aftres au méridien à la détermination des afcenfions droites" [57]). Ce dont on ne peut guère faire un grief

[51]) T. IV, p. 377, lettre du 15 juillet 1663.

[52]) Il est vrai que Petit écrit à Huygens le 22 septembre 1662: „Je lay pensé aussi bien que vous & mesmes l'ay executé . . . etc.", ce dont Huygens se moque dans sa lettre du 28 septembre à Lodewijk (T. IV, p. 235 et 241).

[53]) T. IV, p. 433.

[54]) T. VI, p. 7.

[55]) Paris, Gauthier-Villars, 1902.

[56]) Il écrit toutefois a la p. 220 en parlant de l'Observatoire, que „Huyghens, Perrault, Niquet et Carcavi [y] viennent souvent observer avec Cassini". Comparez la p. 35 du T. XVIII. Huygens avait — de même que Roemer — un appartement à l'Observatoire (T. VIII, p. 345). Il observait cependant beaucoup moins que Cassini; voyez e.a. au T. VII sa lettre du 28 juillet 1673 à son frere Lodewijk.

[57]) Voyez le § 5 de la Pièce I de Huygens qui suit dont nous avons longuement parlé dans le présent Avertissement.

[58]) P. 202: „Quel était donc le programme de Picard? Ce savant l'a exposé à deux reprises devant l'Académie; une première fois dès 1666, il propose de construire pour le Soleil et les Planètes des Tables plus exactes et plus complètes que les Tables Rudolphines. En Octobre 1669, il revient sur son programme avec plus de détails". Etc.

à Wolf — voyez la note 59 — c'eſt d'avoir également *attribué à Picard* [58]) le diſcours anonyme de 1666 des Regiſtres (§ 11 de la Pièce I) dont nous avons fait voir dans le T. XIX [59]) qu'il eſt en réalité, lui auſſi, de Huygens.

Nous ne parlons pas ici — voyez la ſuite du Tome — des conſidérations aſtronomiques de Huygens de 1680 et des années ſuivantes lorſqu'il s'occupa de la conſtruction de ſon planétaire.

[59]) Note 1 de la p. 258. Comme on peut le voir dans cette note, le discours anonyme (déjà mentionné à la p. 7 qui précède) *est précédé dans les Registres par une Pièce de Picard* (sur les diamètres des planètes, voyez le § 10 de la Pièce I qui suit). Nous observons en passant qu'il apparaît par le Traité du Micromètre d'Auzout qui lui et Picard observaient souvent ensemble.

HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES. ASTRONOMIE.

I. Projet de déterminer la méridienne et la latitude de Paris, manière de trouver les ascensions droites et les déclinaisons des étoiles fixes et en même temps l'obliquité de l'écliptique et la quantité de la réfraction atmosphérique pour les étoiles, détermination de cette même quantité pour le soleil, observation d'une éclipse du soleil, discours sur la construction de tables exactes du mouvement des astres, le tout de 1666 et 1667.

I A. Mesure de la hauteur du pôle à la Bibliothèque du Roi le 31 décembre 1666.

II. Observations de Saturne et de ses satellites. Calculs qui s'y rapportent.

III. Observations d'étoiles filantes.

IV. Observations des satellites de Jupiter.

V. Considérations géométriques sur la réfraction atmosphérique.

VI. Observations de Mars.

VII. Remarque sur le passage futur de novembre 1677 de Mercure sur le soleil.

VIII. Observations et considérations théoriques sur la comète de 1680—1681.

I.

PROJET DE DÉTERMINER LA MÉRIDIENNE ET LA LATITUDE DE PARIS, MANIÈRE DE TROUVER LES ASCENSIONS DROITES ET LES DÉCLINAISONS DES ÉTOILES FIXES ET EN MÊME TEMPS L'OBLIQUITÉ DE L'ÉCLIPTIQUE ET LA QUANTITÉ DE LA RÉFRACTION ATMOSPHÉRIQUE POUR LES ÉTOILES, DÉTERMINATION DE CETTE MÊME QUANTITÉ POUR LE SOLEIL, OBSERVATION D'UNE ÉCLIPSE DU SOLEIL, DISCOURS SUR LA CONSTRUCTION DE TABLES EXACTES DU MOUVEMENT DES ASTRES.

[1666 et 1667]

Cette Pièce eſt tirée des „Regiſtres de Mathematiques" dits „de l'Année 1667 et d'une partie de l'année 1668 iuſqu'au mois d'Auril". C'eſt le T. II des Regiſtres, ou plutôt le T. I devenu T. II d'après la correction de feu l'archiviſte de l'Académie P. Dorveaux; voyez les p. 180 et 680 du T. XIX; cette correction nous ſemble arbitraire vu que le tome contient auſſi, malgré ſon titre, des pièces de 1666 [1]).

§ 1. P. 1 (feuille collée dans le Regiſtre). Mr. Auzout. „Les deux premieres obſervations aſtronomiques ſont la ligne Meridienne, et la hauteur du Pole [2]), et quoyqu'il y ait diverſes manieres de prendre l'une et l'autre, il faut mettre au premier rang celles qui ne ſuppoſent point d'obſervations precedentes, ou l'on puiſſe auoir erré.

Si ces obſervations ſe pouuoient faire en toute ſorte de temps on n'auroit rien a ſouhaitter, mais la hauteur du Pole ſuppoſe un certain temps de l'année qui dure environ un mois, depuis la fin de Decembre iuſqua la fin de Januier, quand l'Etoile Polaire en une meſme nuit peut eſtre obſeruée dans ſa plus grande, et dans ſa plus petite hauteur.

---

[1]) A la p. 20 du tome — voyez le § 9 qui suit — se trouve la date du 2 juillet 1666: il y est question de l'observation — voyez le titre de la présente Pièce — de l'éclipse du soleil de ce jour dont nous avons déjà fait mention dans l'Avertissement. Toutefois nous avons dû dire dans l'Avertissement que la date précise de la présente Pièce est indéterminable, qu'elle peut fort bien être postérieure à la Pièce de Huygens qui constitue le § 11 qui suit. Voyez encore sur Huygens et Auzout la note 5 qui suit.

[2]) On a vu dans le T. XIX (p. 255) que le programme de 1666 de Huygens débute, conformément à la note, ou le discours, d'Auzout, par l'alinéa: **1. Trouver la ligne meridiene et la hauteur du pole de Paris, qui sont les fondements de toutes autres observations astronomiques.**

Pour la ligne meridienne, on la peut prendre en tout temps par le moyen des eftoilles, pourveu que l'on ait des Inftruments bien iuftes [3]), c'eft pourquoy il femble plus a propos de commencer par cette obferuation, puifqu'elle fuppofe le moins, et qu'il eft mefme a propos de l'auoir pour la hauteur du Pole.

La maniere de la tracer eft par le moyen d'une Etoille telle qu'on voudra, pourvue qu'elle foit hors des refractions [4]), on prend de cette Etoile deux hauteurs égales deuant et apres qu'elle eft arriueé au meridien du lieu, marquant en mefme temps les Azimuths de l'Etoile, car ayant diuifé ces deux Azimuths par la moitié, uous aurés la ligne meridienne.

Il faut pour cela aussi un azimuthal ioint au quart de Cercle pour prendre en mefme temps la hauteur et l'Azimuth, ou auoir un azimuthal a part auec des filets [5]) ou autrement, et qu'il y ait deux Obferuateurs qui prennent en mefme temps l'un la hauteur, et l'autre l'azimuth: ce qu'il y a de commode eft que fi on a pris une hauteur du cofté d'Orient en un jour, on peut quelques iours apres prendre l'autre hauteur egale vers l'Occident.

Ce que l'on fait par le moyen des Etoilles en tout temps, fe fait par le moyen du Soleil en un certain temps quelques iours deuant et apres le Solftice d'Efté, quand l'on fçait que le foleil ne change point fenfiblement de declinaison, et il y a cela de commode que l'on peut tracer fon azimuth ... par fon ombre, fi l'on n'a pas d'inftrument, ou fe fervir de l'Equaire meridienne fans l'embarras de grands Inftruments, comme il eft neceffaire aux Etoilles" . . . .

. . . .

§ 2. P. 3 et 4. M. Hugens. [Détermination de la méridienne]. Par le moyen d'un fil perpendiculaire fur un plan horizontal l'on pourra obferuer et tracer l'Azimuth le plus Oriental, et enfuitte le plus Occidental de quelque Etoile fixe de celles qui paffent entre le Pole et le Zenith, et diuifant apres cela par le milieu l'angle que font ces deux Azimuths fur ledit plan horizontal par une ligne droite, ce fera la meridienne.

Cette obferuation fe peut faire commodement en une nuit dans l'efpace de 6 ou 7 heures, et les Etoiles qui y font les propres pour la latitude de Paris, qui eft enuiron de 49 degrés [6]), font au mois de Mars et d'Avril, les 7 grandes etoiles de l'Ourfe, exceptè celle qui eft la dernière dans la queüe, parce qu'elle paffe au dela du Zenit,

3) Voyez ce que nous disons à la p. 18 de l'Avertissement sur les dispositifs micrométriques.

4) En 1666 on était encore convaincu, paraît-il, de l'insensibilité, ou de la nullité, des réfractions pour des hauteurs supérieures à 30° pour les étoiles, à 45° pour le soleil. C'est du moins ce que dit J. D. Cassini, le contemporain de Huygens, à la p. 37 de son article „De l'origine et des progrès de l'astronomie, et de son usage dans la géographie et dans la navigation". Comparez les notes 28 et 29 de la p. 15 de l'Avertissement qui précède.

5) Comparez la Fig. 3 de Huygens de la p. 30 qui suit. Comme la méthode d'observer „avec des filets" fut déjà pratiquée par Huygens en ou vers 1658 (Fig. 3 de la p. 530 du T. XV), il paraît fort possible qu' Auzout marche ici sur ses traces. La Pièce d'Auzout pourrait donc (comparez la note 1 qui précède) être postérieure en date à la Pièce de Huygens qui constitue le § 4 qui suit.

6) Latitude de Paris et hauteur du pôle à Paris sont une et même chose. Il faut noter que la question de savoir si la terre est parfaitement sphérique ne se posait pas encore pour Auzout en 1666. Voyez sur la hauteur du pôle à Paris d'après Huygens et d'après Cassini la note 4 de la p. 266 du T. XIX. Mais consultez aussi la p. 17 de l'Avertissement qui précède et la Pièce I.A qui suit.

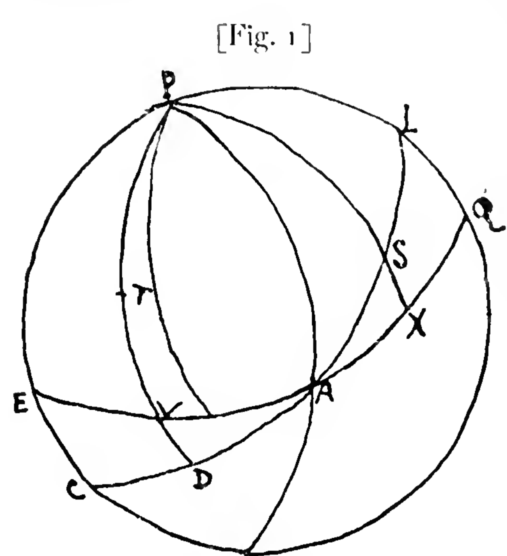
vers la fin d'Aoust une Etoile a l'Epaule droite de Cephée, et uers le commencement de Novembre trois ou quatre Etoilles de Cassiopée.

Le brouillon de 1666 de cette Pièce se trouve à la p. 99 du Manuscrit C. Voyez la partie E bis de l'Appendice II qui suit (p. 45).

§ 3. P. 5 et 6. Description de l'Equerre Azimuthale. Son usage pour trouver la ligne méridienne. M. Buot. „C'est une regle de Cuivre", etc. Figure par Couplet [7]).

§ 4. P. 7—10. M. Hugens. *Pour trouuer l'ascension droitte des etoiles fixes.* Il faut mesurer par le moyen d'une horloge a pendule le temps depuis qu'une Etoile fixe a passé par le Meridien iusqu'a ce que le soleil y passe le iour ensuiuant en comptant par heures d'Etoiles; outre cela il faut prendre la hauteur meridienne du soleil en mesme temps, et 6 semaines, ou 2 ou 3 mois apres faire toutes les mesmes obseruations, remarquant comme auparauant le temps du passage par le meridien depuis l'etoile susdite iusqu'au soleil, que si l'etoile ne se peut obseruer commodement, on prendra quelque autre dont la difference ascensionelle d'auec la premiere soit connüe.

[Fig. 1]



Ces obseruations faites l'on en deduira l'ascension droite requise comme s'ensuit.

Soit EPQ [Fig. 1] le meridien de la Sphere, l'Equateur EQ, le Pole P, l'Eclyptique LC, le commencement d'Aries A. Supposons qu'a la première obseruation le lieu du soleil dans l'Eclyptique ait esté en S, et la seconde fois en L, et soit mené par le Pole et par S le grand cercle PSX coupant l'Equateur en X. Que l'etoile obseruée et dont on cherche l'ascension droite soit T par laquelle soit aussy mené du Pole le grand cercle PV coupant l'Equateur en V et soit PA le Colure des Equinoxes. Donc par le temps qui est entre le passage de l'Etoille T et celuy du soleil S par le meridien, dans la premiere obseruation l'on scaura l'angle SPT et semblablement dans la derniere l'on scaura l'angle LPT, duquel ostant SPT restera connu l'angle SPL. Or par les obseruations des hauteurs Meridiennes du soleil, et par la connoissance de la hauteur du Pole, l'on a aussy les costés

[7]) Voyez sur Buot et Couplet la note 8 de la p. 89 du T. XIX.

PS, PL du triangle PSL; l'on connoiſtera donc par le calcul ſon angle S qui eſt egal a l'angle S du triangle ASX duquel eſtant auſſy connu le coſté SX et l'angle X droit, l'on ſcaura par le calcul le coſté AX qui meſure l'angle APX lequel oſté de TPX qui eſtoit connu, reſtera APV qui oſté de 360 degrés le reſte ſera l'aſcenſion droite de l'Etoile T, d'ou l'on connoiſtera auſſy celle des autres fixes par les differences des aſcenſions droites trouuées auparauant.

C'eſt dans le „§ 5" qui *ſuit* qu'il eſt queſtion de la détermination des différences des ascensions droites des étoiles. Nous aurions donc pu intervertir les §§ 4 et 5; mais nous avons préféré nous en tenir à l'ordre des Regiſtres. Voyez toutefois ſur ce ſujet l'Appendice II qui ſuit.

L'on pouuoit auſſy faire le Calcul du triangle PSA au lieu de celuy de ASX pour trouuer l'angle SPA, et l'un et l'autre donnera auſſy le coſté AS, qui eſt la longitude du ſoleil a la derniere obſeruation; item l'on connoiſtera l'angle SAX qui eſt l'obliquitè de l'Eclyptique.

§ 5. *Maniere de trouuer les lieux des etoiles fixes, par le moyen d'une horloge a pendule & de filets, comme auſſy leur refraction.* Premierement pour trouuer les Aſcenſions droites ou pour mieux dire leurs differences, l'on n'aura qu'a ſuſpendre deux filets auec des poids en bas, a la diſtance de 7. ou 8. pieds (ou d'auantage ſelon la commodité du lieu) en ſorte qu'ils ſe rencontrent preciſément dans le plan du meridien. Ce qui eſtant fait, et l'horloge eſtant ajuſtée a la longueur des iours des etoilles qui ſont plus courts que les iours moyens ſolaires de 3 min. 56 ſec., l'on obſeruera quand chaque étoile arriuera dans ledit plan du meridien determiné par les 2. filets, et l'on fera regarder au meſme inſtant quelle heure, minute et ſeconde marque l'horloge.

Connoiſſant par ce moyen le temps entre le paſſage de 2. Etoiles et comptant pour chaque heure 15. degrés, l'on aura la difference de leurs aſcenſions droittes.

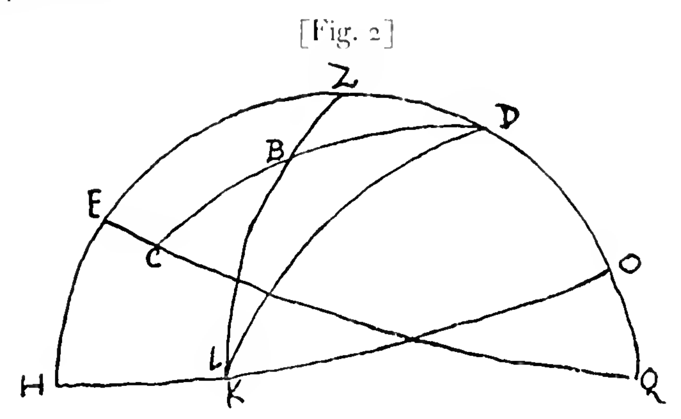
L'on ſe peut auſſy ſeruir de l'horloge a cet uſage ſans qu'elle ſoit ajuſtée a la longueur des iours des etoiles ny meſme aux ſolaires; car en attendant ſeulement iuſqua la nuit prochaine ou 2. ou 3. autres apres, et prenant garde a quelle heure de l'horloge une des eſtoiles obſeruées retourne dans le plan du meridien, l'on connoiſtera par la combien l'horloge va trop viſte ou trop lentement; et ſuiuant cela l'on reduira aiſement les interualles du temps qu'on auoit marqué ſelon l'horloge aux interualles veritables pour en conclure la difference des aſcenſions droites comme deſſus.

Pour trouver enſuitte la declinaiſon des meſmes etoiles l'on ſuſpendera un troiſieme filet, en ſorte que le Plan qui paſſe par cettuycy, et par celuy des autres filets qui eſt du coſté de l'Oeil faſſe un angle connu avec le plan du meridien [Fig. 3]; l'on fera par exemple cet angle de 60. degres ou plus ou moins comme on le iugera meilleur pour la certitude de l'operation, et il n'importe pas que ledit Angle ſoit pris du coſté d'Orient ou d'Occident a l'égard du plan du Meridien.

L'on obſeruera apres cela le paſſage de chaque etoile par le dernier plan incliné a celuy du midy faiſant regarder au meſme inſtant quelle heure marque l'horloge, et les

mesmes etoiles estant aussy obseruées quand elles ont passé par le plan du midy, ou quand elles y passeront, l'on sçaura le temps que chacune employe au passage entre lesdits deux plans. Par lequel et par la hauteur du Pole donnée l'on trouuera leur declinaison ainsy que s'ensuit.

[Fig. 2]



Soit HZO [Fig. 2] le meridien du lieu de l'Obseruation, HO, l'horizon, P le Pole, EQ l'Equateur, Z le zenit, ZK le Cercle Vertical qui decline du meridien d'autant qu'est l'angle susdit determiné par les trois filets par ex. de 60 degrés et posons que l'Etoile B ait esté obseruée premierement dans l'Azimut ZK à 9 heures du soir, et qu'a 11. heures elle se soit trouuée dans le meridien HZO, ou il faut noter que je suppose l'horloge ajustée aux iours des Etoiles.

Soit mené par le Pole et par l'Etoile B un grand cercle coupant l'Equateur en C.

Dans le triangle spherique BZP l'on connoist l'angle BPZ qui est de 30. degrés a cause que l'Etoile a passé en 2. heures du Cercle PC a celuy du Meridien HZO. De plus l'angle BZP est donné estant le complement a 2. droits de l'angle HZK qui a esté supposé de 60. degrés. Et enfin le costé ZP est aussy donné estant le complement de la hauteur du Pole. L'on trouuera donc aussy le costé PB et partant son complement au 90. degré BC, ou bien l'excès dont il les surpasse, dont l'une ou l'autre seront la declinaison boreale ou australe de l'Etoile B.

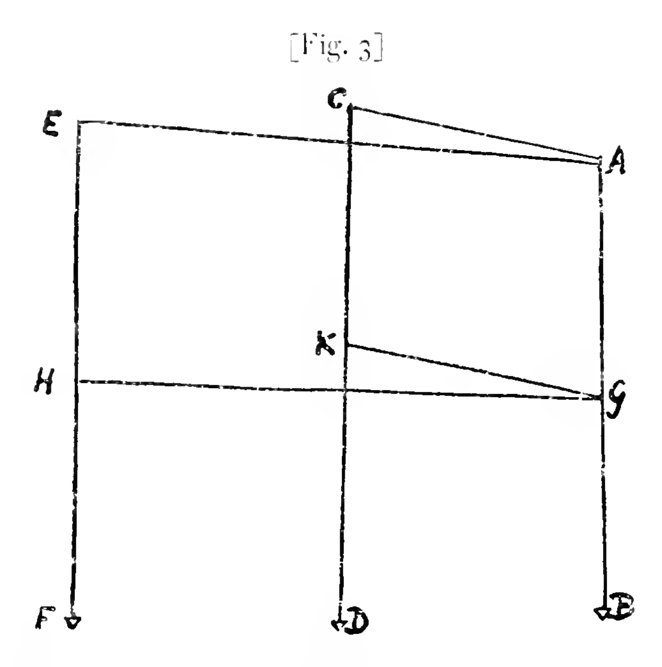
Que si outre les filets perpendiculaires qui sont icy represeutés par AB, CD, EF [Fig. 3], l'on en adiouste d'autres horizontaux ou a peu pres qui ioignent les filets AB aux autres CD, EF comme sont icy les filets GK, GH, AC, AE, dont les deux premiers doiuent estre un peu plus distans de terre que de la hauteur d'un homme, il n'y a point d'etoile visible sur nostre horizon dont on ne trouue la situation par cette voye pourveu que l'on etablisse l'angle HZK [Fig. 2] qui est celuy que comprennent les plans des filets perpendiculaires en sorte que l'angle B du triangle BZP soit de grandeur mediocre.

Au reste il est a noter qu'en cette methode il n'est causé aucun inconuenient par la refraction de l'Atmosphere, parce qu'une etoile estant veüe dans le plan du meridien

ou de quelque Azimuth l'on fçait affeurement qu'elle y eft veritablement, et que la refraction peut feulement la faire paroiftre plus haute.

Par confequent cette mefme maniere peut auffy feruir a trouuer la refraction des

[Fig. 3]



etoiles, fi lorfqu'elles arriuent au plan de l'Azimuth fufdit ZK, l'on prend leur hauteur apparente. Car par le calcul du triangle BZP eftant connu le cofté ZB, dont le complement eft la veritable hauteur de l'Eftoile B, l'on aura en l'oftant de la hauteur obferuée la quantité de la refraction de ladite Etoile dans cette Elevation fur l'horizon.

§ 6. P. 10—12. M. Auzout proposa une reflexion qu'il avoit faite a laquelle il ne voioit pas qu'aucun aftronome euft fongé qui eftoit que quand on prend le diametre de la Lune, il faut neceffairement auoir egard a fa hauteur qu'elle a fur l'horizon .... „quand elle eft a l'horizon elle eft prefque plus eloignée de l'Oeil de l'Obferuateur du diametre de la terre que fi elle paffoit au zenith"

. . . .

Comparez les calculs de Huygens de la fin de 1666 fur la diftance de la lune qui conftituent la partie A de l'Appendice III qui fuit.

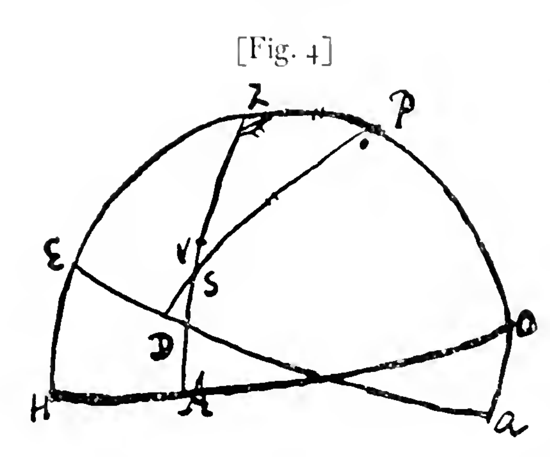
§ 7. P. 13 et fuiv. M. de Roberval. Methode pour trouuer la Parallaxe de la Lune[8]: et autres fujets.

---

[8]) Nous observons que d'après Delambre („Histoire de l'Astronomie moderne" T. II, p. 259—260) Roberval et Fl. de Beaune avaient été, longtemps avant la création de l'Académie, amis de Morin qui leur avait communiqué sa méthode de mesurer les parallaxes, après quoi ils cherchèrent l'un et l'autre de leur côté la solution du probléme.

§ 8. P. 18—19. M. Hugens. *Pour trouuer la refraction de l'Atmosphere a l'esgard du soleil.* Il faut supposer que le soleil n'a point de parallaxe sensible comme l'on a assés reconnu par l'Experience.

[Fig. 4]



Soit maintenant HZO [Fig. 4] le meridien, HO l'horizon, Z le zenith, P le Pole. EQ l'Equateur. V le soleil obserué, c'est-à-dire auec refraction, et son azimuth ZVA et que S dans le mesme Azimuth soit le lieu du soleil, ou il paroistroit sans refraction, et soit mené un grand cercle SP.

L'on obseruera donc la hauteur du soleil AV, et au mesme instant on remarquera l'heure qu'il est sur une horloge a pendule qui auparauant aura esté ajustée au soleil. Par cette heure l'on connoistra premierement l'angle P du triangle PZS, et en second lieu aussy le costé PS. qui est le complement de la declinaison du soleil. Mais outre cela le costé PZ est aussy connu, estant le complement de la hauteur du Pole. Partant l'on trouuera facilement le costé ZS duquel ostant ZV qui est le complement de la hauteur du soleil obseruée, l'on aura VS la quantité de la refraction a cette hauteur la.

Autrement. Pour trouuer la mesme chose sans l'aide d'une horloge a pendule l'on prendra en mesme temps la hauteur du soleil AV [Fig. 4], et l'arc AH entre son Azimuth et le meridien ou l'angle Z du triangle SZP sera donné. Or le costé PS est connu a peu prés estant le complement de la declinaison du soleil au iour de l'obseruation mais a une heure inconnüe et le costé ZP est connu precisement. Partant l'on trouuera a peu pres l'angle ZPS, et l'on sçaura par la à peu pres quelle heure il estoit au temps de l'Obseruation, par laquelle on rectifiera ensuitte la declinaison du soleil. et l'on la connoistra auec autant de precision qu'il est besoin. L'on sçaura donc aussy son complement SP, et estant connu PZ et l'angle PZS, l'on trouuera ensuitte aussy le costé ZS du triangle PZS, et ayant osté ZV qui est connu par l'obseruation de ZS, l'on aura l'arc de la refraction VS qu'il falloit trouuer.

§ 9. P. 20—28. *Obseruation de l'Eclypse du Soleil du 2e Juillet 1666, faite dans la maison de Mr. Colbert. Par Mrs. Hugens, de Carcauy, Roberual, Auzout, Frenicle et Buot.*

C'est la Pièce publiée dans le T. VI que nous avons mentionnée aussi dans l'Avertissement qui précède.

§ 10. P. 28—30. M. Picard. Obſervations des Diametres des Planetes en 1666. „Le 26e Novembre au ſoir Saturne parut ſelon ſon grand Diametre de 40" et ſelon l'autre de 16" "... ... Picard donne auſſi les diamètres de Jupiter, de Mars, de Vénus et de la Lune. La dernière obſervation eſt du 10 décembre 1666.

En 1659 Huygens avait trouvé 68" pour le diamètre apparent de Saturne (en ſon périgée). La valeur de Picard (40") eſt meilleure [9].

§ 11. P. 30—33. [Huygens]. Comme la conſtruction de tables exactes du mouuement des aſtres eſt une des principales choſes que l'on ſe propoſe dans l'aſtronomie .. .. etc. Voyez la Pièce II qui occupe les p. 258—263 du T. XIX. Huygens vante e.a. (p. 263) la préciſion que nous donnent les horloges à pendule et dit en terminant que la création d'un obſervatoire muni de grands et bons inſtruments [10]) donnera „tout ſuiet de ſe promettre un heureux ſucces de ce que l'on entreprendra."

§ 12. P. 33. Auzout traite des méthodes pour meſurer la grandeur de la terre.

. . . .

§ 13. P. 37. M. Auzout. „Memoire des Inſtrumens & autres choſes neceſſaires dont il faudra fournir ceux qui iront à Madagaſcar" [11]).

„Deux grands quarts de Cercle" .... „Deux bons pendules a ſecondes, ou l'un a ſecondes, et l'autre a demiſecondes. Une machine de M. Hugens pour les demiſecondes, ſi elle reuſſit mieux que les pendules ordinaires. Et ſi l'on veut faire l'Epreuve des longitudes par le moyen des pendules de mer de M. Hugens il faudra deux de ces pendules dans le Vaiſſeau. Pluſieurs boules de Cuivre rondes pour faire en toutte occaſion des pendules a ſecondes, demiſecondes &c."

Auzout mentionne enſuite non ſeulement les lunettes, mais auſſi les inſtruments et ingrédients néceſſaires pour fabriquer et polir des lentilles, e.a. „une ſuffiſante quantite de morceaux de bon verre bien choiſy"; ainſi que „la machine pour ſe ſeruir des Lunetes ſans tuiau". Voyez ſur ce dernier ſujet la p. 19 de l'Avertiſſement qui précède.

Il parle auſſi des „thermometres" [12]) et des „barometres" [13]). Puis e.a. de „pluſieurs tuyaux de verre ou ſarbacanes tant pour les inſtruments nommés que pour faire les niveaux de M. Tevenot" [14]); de „deux machines pour ſonder la profondeur de la mer et pour puiſer l'eau du fond de la mer" [15]); des „tables Rudolſines, de Bouillaud et de Riccioli" [16]), d'„un livre de navigation, comme l'hydrographie du P. Fournier" [17]), d'un „horloger capable de faire (?) et de racommoder les Inſtruments".

---

[9]) Voyez la note 3 de la p. 343 du T. XV.

[10]) La conſtruction de l'Obſervatoire ſe termina en 1672.

[11]) Cette expédition a été mentionnée e. a. aux p. 9 et 10 du T. XVIII.

[12]) Voyez les p. 257 et 345 du T. XIX.

[13]) P. 257 du T. XIX.

[14]) Conſultez ſur Melchiſédec Thévenot la note 5 de la p. 370 du T. I. Il devint membre de l'Académie Royale des Sciences en 1685. Sa collection „Veteres Mathematici" parut à Paris en 1693, un an après ſa mort. Voyez ſur ſon niveau, datant de 1661, les p. 105—108 qui ſuivent où Huygens en parle avec éloges. Il ne ſ'agit pas d'un niveau ſervant au nivellement comme celui de Huygens (p. 81—104 qui ſuivent), mais d'un inſtrument „à mettre une ſurface plane parallele a l'horizon".

[15]) Voyez ſur ce ſuiet la note 8 de la p. 143 du T. XIX.

[16]) Comparez la note 10 de la p. 261 du T. XIX.

[17]) Voyez ſur cet ouvrage les p. 200—201 du T. XVII.

Comme l'Appendice II qui fuit le fait voir, les brouillons des Pièces précédentes de Huygens (§§ 2, 4, 5, 8) font de 1666 (note 1 de la p. 43). Or, le § 13 qui précède date du 11 janvier 1667 d'après la p. 155 du T. II des Regiftres. On dirait donc, d'après l'une et l'autre donnée, que les Pièces antérieures au § 13 conftituent des difcuffions ou communications à l'Académie datant de 1666. On trouve toutefois dans le dit T. II encore les remarques qui fuivent:

P. 157. Le 23 février [1667]... Mr Hugens et Roberval ont propofé leur Methode qui eft de prendre devant et apres l'Equinoxe la hauteur meridiene du foleil et fa declinaifon, par ce moyen et par les parties proportionnelles on aura le temps de l'Equinoxe, puis on prendra la nuiét la hauteur meridienne d'une etoille: et ainfy on aura la diftance de l'étoille du poinét de l'Equinoxe.

P. 158. Monfieur Hugens donnera la maniere de trouuer le lieu des eftoilles fixes fans auoir egard a l'Equinoxe.

Monfieur Hugens a propofé une autre methode par le moyen de la pendule en prenant le temps qui eft entre le Meridien du Soleil, et celuy de l'Etoille, ou la difference du temps qui eft depuis que le Soleil a paffé par le meridien jufques a ce que l'Eftoille y paffe.

P. 159. Monsr. Hugens a donné une Methode pour trouuer les Afcenfions droites des etoilles fixes.

Aux p. 159—160 on trouve les dates du 23 mars et du 30 mars.

P. 161. Monfieur Hugens a efté d'auis que pour bien regler le mouuement de la Lune, il faut fcavoir exaétement l'Equation du temps, d'autant que Ptolomée, Kepler et les autres Aftronomes y ont fait beaucoup de fautes [18]).

Ia.

MESURE DE LA HAUTEUR DU PÔLE À LA BIBLIOTHÈQUE DU ROI[19]).

Altitudo Poli Parifijs obfervata in vico cui nomen Rue Viviene, 31 Dec. 1666. per maximam et minimam altitudinem ftellæ Polaris, fextante[20]) cujus radius pedum 6. Compertaque eft altitudo poli 48°.52'.45".

51°.21'.0". altitudo maxima. 46°.24'.30" minima. [Demie fomme] 48°.52'.45". [Demie différence] 2°.28'.15". diftantia Polaris a polo.

Regiftres, T. II, p. 152. Ce deuxiefme Januier 1667 on a refolu de faire faire une machine pour prendre la hauteur du Pole.

[18]) Voyez les l. 2—3 de la p. 123 du T. XVII ("Ptolemæi error et Copernici", remarque de Huygens de 1660); notre note en cet endroit (dans cette note 10 le lecteur eft renvoyé e.a. aux p. 523 et 547 du T. III; il y a ici une faute d'impreffion; au lieu de T. III il faut lire T. XV) renvoie à d'autres passages des Tomes précédents. Voyez sur Kepler la p. 17 du T. III; il semble d'ailleurs possible qu'au lieu de Kepler il faille lire Copernic: comparez la p. 318 qui suit.

[19]) Manuscrit C, p. 128.

[20]) Voyez ce que disait Morin sur l'usage du sextant (l. 10 de la p 17).

II

OBSERVATIONS DE SATURNE ET DE SES SATELLITES. CALCULS QUI S'Y RAPPORTENT.

[1667 — 1675 et 1680]

Voyez fur les obfervations faites à Paris les p. 93—95, 98—100, 498—499. 483—484, 100—109, 500—501. 109—115, 117—120 et 122 du T. XV (l'obfervation de mars 1678 de la p. 121 a été faite à la Haye). Les p. 383—388 du T. XV contiennent des calculs datant de 1667, et les p. 485—497 des calculs de 1668. Les calculs de la p. 116 font de 1672 ou 1673. Les p. 509—512 fe rapportent à la détermination approximative, en 1673, de l'orbite d'un fatellite à l'aide de deux obfervations.

III.

OBSERVATIONS D'ÉTOILES FILANTES.

[1668]

Voyez les p. 95—97 du T. XV.

IV.

OBSERVATIONS DES SATELLITES DE JUPITER.

[1668]

Voyez les p. 99—100 du T. XV. Confultez auffi la p. 116, où Huygens note en 1672 que Wendelinus a vérifié pour les fatellites la troifiéme loi de Kepler.

V.

CONSIDÉRATIONS GÉOMÉTRIQUES SUR LA RÉFRACTION ATMOSPHÉRIQUE.

[1672]

Nous avons dit un mot à la p. 16 de l'Avertiſſement ſur ces conſidérations que nous avons publiées dans le T. XIX (p. 538—539) comme Appendice I au Traité de la Lumière[1]. Voyez auſſi ſur la réfraction la Partie B de l'Appendice II qui ſuit (p. 43).

[1]) On peut conſulter auſſi une remarque de Huygens de 1684 ou de plus tard dans la note 8 de la p. 752 du T. XIII.

VI.

OBSERVATIONS DE MARS.

[1672]

Voyez les p. 112—114 du T. XV.

VII.

REMARQUE SUR LE PASSAGE FUTUR DE NOVEMBRE 1677 DE MERCURE SUR LE SOLEIL.

[1675]

Voyez la p. 120 du T. XV.

En 1681 et 1682, alors qu'il s'occupait de la conſtruction de ſon planétaire, Huygens eſt revenu ſur ce paſſage de Mercure. Voyez les p. 323 et 326—327 qui ſuivent.

VIII.

OBSERVATIONS ET CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES SUR LA COMÈTE DE 1680—1681.

Voyez les p. 122—129 du T. XV. Les p. 283—310 du T. XIX ne contiennent pas seulement des obfervations mais aussi le Raifonnement fondé fur les Obfervations de la Comete pour trouver fa route reelle, et autres particularitez qui la concernent et d'autres pieces fe rapportant en partie aux comètes en général.

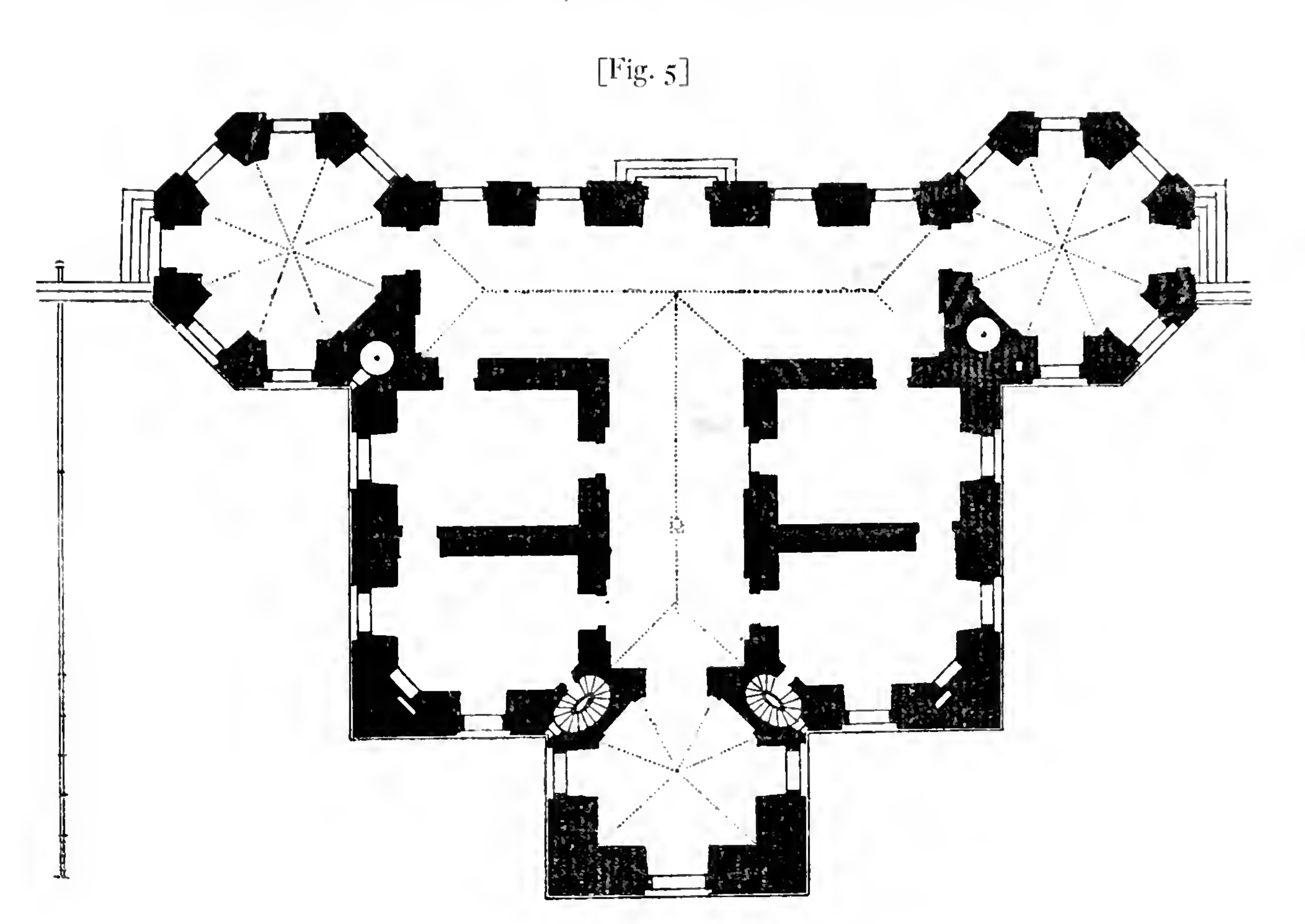
APPENDICE I

À HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES.

ASTRONOMIE.

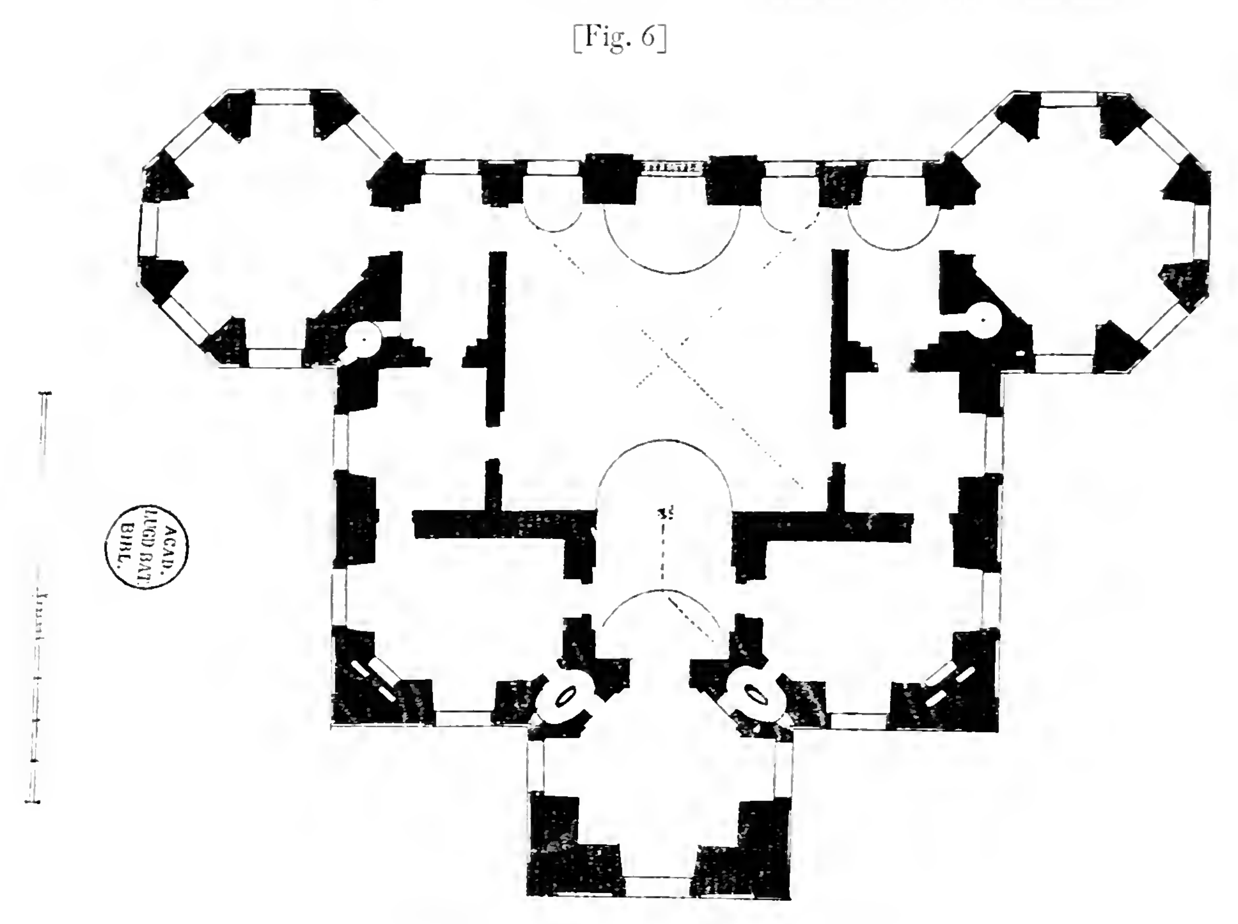
Nous empruntons aux Chartæ aſtronomicæ le plan des deux étages de l'Obſervatoire (terminé en 1672, comparez la note 10 de la p. 32). Le rez-de-chauſſée n'eſt pas repréſenté ici.

[Fig. 5]



Plan du 1er étage de l'Obſervatoire.

[Fig. 6]



Plan du 2e étage de l'Obfervatoire.

Les Fig. 5 et 6 s'accordent en fubftance avec celles qu'on trouve dans l' „Hiftoire de l'Obfervatoire de Paris de fa fondation à 1793" par C. Wolf, la Fig. 6 auffi avec celle, plus ancienne, de l' „Hiftoire célefte" de Le Monnier qu'il appelle „Plan du premier Etage au deffous de la platte forme". En comparant les diverfes figures on voit cependant des différences dans les détails.

APPENDICE II

À HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES. ASTRONOMIE.

[1666] [1])

Nous avons fait mention de cet Appendice aux p. 27 (fin du § 2) et 28 (§ 4) qui précèdent. Immédiatement après avoir dressé pour l'Académie le programme qu'on trouve aux p. 255—257 du T. XIX [2]), Huygens remplissait quelques pages du même Manuscrit [3]) de remarques sur les observations astronomiques. Ce sont les Pièces A—G qui suivent. On y trouve e.a. les brouillons des Pièces destinées à l'Académie qui constituent les §§ 2—5 et 8 de la Pièce I qui précède.

A.

P. 94. Si on mene un plan par le soleil la lune et l'oeil, les cornes visibles de la lune sont dans la ligne perpendiculaire au dit plan.

Suit un passage biffé qui fait voir que Huygens venait d'avoir une conversation, sans doute avec un de ses collègues (Auzout?), sur des sujets astronomiques: Il me semble qu'il a dit que lors que le plan menè par l'estoile et les cornes de la lune, vues de l'estoile, passe par Paris, que c'est au même instant que l'observateur de Paris voit les cornes de la lune avec l'estoile en ligne droite. Ce qui n'est pas vray.

Voyez encore quelques remarques sur la lune dans l'Appendice IV qui suit.

B.

P. 95. Radij per lineas rectas. In diversorum diaphanorum communi superficie frangitur radius (aliqui reflectuntur) solidi et liquidi. liquidum aer et aqua. magis et minus, non a densitate seu pondere pendet, cum oleum majorem faciat refractionem quam aqua, etsi sit levius. Primi per angulos, deinde per sinus. Snellij figura consentit cum

---

[1]) La p. 102 du Manuscrit C porte la date 1666 Sept. et la p. 107 est datée 2 Nov. 1666.

[2]) Manuscrit C, p. 92—93.

[3]) P. 94—95, 98—101 et 107—109.

lege finuum. refractiones in perpendiculari etiam ftatuit. male. quid eum fefellerit. Modus explorandi refractiones in folidis diaphanis. Alij modi ex fuppofito principio.

Voyez fur les rayons droits et la réfraction atmofphérique la Pièce V qui précède (p. 37). On peut confulter auffi les p. 2—9 et 155—156 du T. XIII et 457 du T. XVII.

C.

P. 95. Non mirum eft inventum telefcopij tot feculis latuiffe, et cafu demum ac non ratione repertum fuiffe, cum quod principia refractionum vera eruere non parvam difficultatem haberet, tum quod jam datis difficillimum effet inde deducere quinam vitreorum fphæricas fuperficies habentium ac diverfimodo compofitorum futuri effent effectus. Si enim cognita jam telefcopij conftructione nihilominus obfcura adeo fuit ejus demonftratio, ut a plurimis tentata necdum perfecta fuerit, hoc enim vere dicere poffumus, combien doit on penfer qu'il aie eftè au deffus de l'intelligence des hommes de concevoir et la forme et l'affemblage requis de verres qui devoient augmenter et comme approcher les objects eloignez, ou faire difcerner d'autres invifibles a raifon de leur petiteffe, comme nous voions que font les telefcopes et microfcopes.

Sur l'invention des télescopes etc. on peut confulter le T. XIII. Voyez auffi la l. 6 de la p. 664 du T. XVIII.

D.

P. 98. POUR PRENDRE LA HAUTEUR DU POLE.

Obferver la plus grande hauteur du foleil ou de quelque eftoile dont la declinaison eft cognue. Si elle eft boreale, oftez la declinaison de la plus grande hauteur obfervee. le complement du refte a 90 degr. fera la hauteur du pole.

Si la declinaifon eft auftrale adjoutez la a la hauteur plus grande, et le complement de la fomme a 90 degr. fera la hauteur du pole.

E.

P. 98. TROUVER LA LIGNE MERIDIENE INDEPENDEMMENT.

Ayez un fil perpendiculaire fur un plan nivellè, et du mefme point ou il eft attachè ayez un autre fil mobile que vous tendrez a quelque angle que ce foit jufques au plan nivellè et obfervez par ces deux fils l'azimuth le plus oriental et apres auffi le plus occidental de quelque eftoile qui paffe du coftè boreal du zenith comme il y a pour icy la plufpart de celles de la grande ourfe, de Caffiopée, Cepheus, la petite ourfe; et ces deux obfervations fe peuvent faire en une mefme nuit en 6 ou 7 heures d'intervalle. Apres il n'y a qu'a divifer par le milieu l'angle que font ces deux azimuts au point de la perpendiculaire, et l'on aura la ligne meridiene.

D bis.

P. 98. AYANT LA MERIDIENE TROUVER LA HAUTEUR DU POLE. OBSERVER LA HAUTEUR DU POLE.

Obfervez la plus grande et la plus petite hauteur d'une eftoile fixe de celles qui font vers le pole comme il y en a en l'ourfe et en Cassiopée qui ne defcendent pas plus bas que 30 degr. et partant font libres de refraction fenfible. La moitiè de la difference de ces hauteurs jointe a la moindre donnera la hauteur du pole. Ces 2 obfervations fe peuvent fouvent faire en 6 femaines d'intervalle.

Confultez la note 29 de la p. 15 de l'Avertiffement qui précède fur la thèfe — provifoirement admife par Huygens — qu'on peut négliger l'erreur due à la réfraction atmosphérique pour les aftres dont la hauteur eft fupérieure à 30°.

E bis.

P. 99. MANIERE INDEPENDANTE POUR TROUVER LA LIGNE MERIDIENE.

Par le moyen d'un fil perpendiculaire fur un plan horizontal l'on obfervera et tracera l'azimut le plus oriental . . . . . etc.

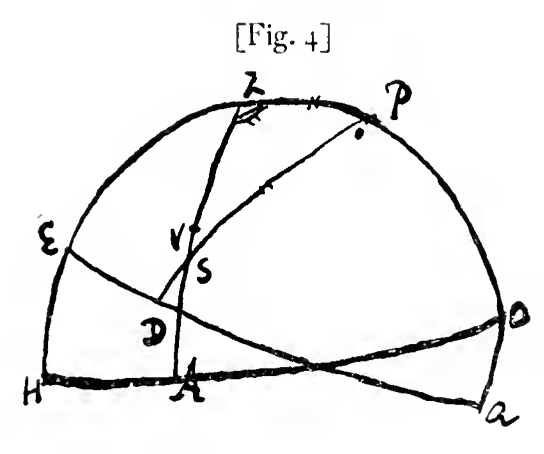
C'eft le brouillon du § 2 de la Pièce I qui précède (p. 26). Nous ne reproduifons pas le brouillon en entier puifque le dit § 2 s'accorde prefque mot à mot avec lui.

Il nous femble que la partie **E bis** eft antérieure à la partie **E** puifque **E bis** eft pleine de ratures ce qui n'eft pas le cas pour **E**.

F [4]).

P. 100. TROUVER LA REFRACTION DU SOLEIL.

[Fig. 4]



Nous répétons ici la Fig. 4 du § 8 de la Pièce I, avec laquelle celle du préfent brouillon s'accorde.

Soit HZ le meridien, Z le zenit. P le Pole. S le foleil fans refraction, V avec refraction. On prendra l'azimut du foleil AH (car avec ou fans refraction ce fera toujours le mefme) et fa hauteur AV en mefme temps. Et premierement fcachant l'heure qu'il eft par le moyen d'une pendule, l'on connoiftra par là la declinaifon du foleil, et fon complement qui eft l'arc PS.

4) Huygens biffa cette partie.

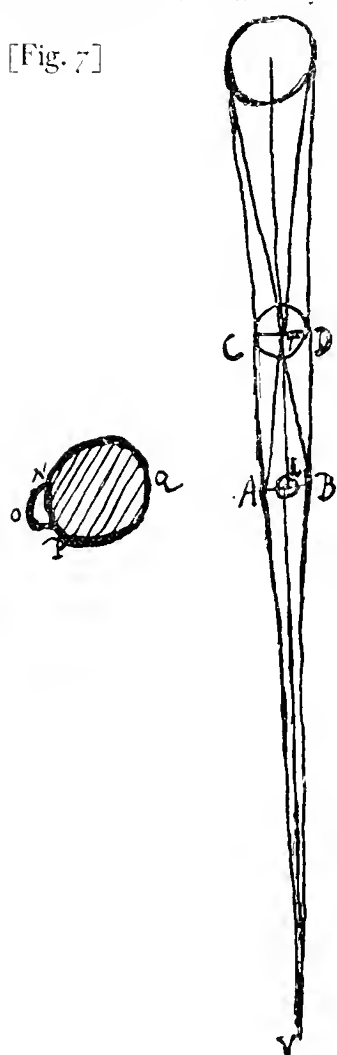
outre lequel on connoit aussi dans le triangle SZP le costè PZ qui est le complement de la hauteur du pole, et l'angle Z par l'observation de l'azimut, donc on calculera par la le costè PZ, dont le complement est SA, et ayant soustrait SA de VA, la difference SV sera pour la refraction du soleil a cette hauteur-la.

G.

P. 100. DISTANTIAM LUNÆ A TERRA INVENIRE, UNDE ET PARALLAXIS QUANTITAS COGNOSCITUR.

À l'Académie, en *1666* ou *1667*, on traita de la parallaxe de la lune: voyez le § 7 à la p. 30 qui précède. Les Registres ne disent pas que Huygens ait pris part à la discussion, ce qui toutefois peut fort bien avoir été le cas. Voyez aussi à la p. 566 du T. XV son calcul de 1665 sur le même sujet.

[Fig. 7]



In eclipsi lunæ observetur cujus circuli portio sit umbra terræ NP [Fig. 7] cum circiter dimidiam lunam obtegit. hoc autem vel per maculas lunæ dignoscetur, vel variæ magnitudinis circulos intra telescopium in foco lentis ocularis visui obtendendo atque ad visam speciem umbræ NP applicando [comparez les premières lignes de la p. 19 qui précède]. Poterit autem et exactius forsan ex cognita positione eclipticæ viæque lunaris et ex mora eclipsis circulus umbræ cognosci cum motus lunæ a sole satis prope cognitus sit, vel etiam absque illo si distantia solis a nodo satis exacte cognita ponatur. Capta deinde post vel ante eclipsin, lunæ diameter, facile magnitudo diametri umbræ cum illa conferetur, adeoque scietur quo angulo ex terra nobis spectetur, quo dato dico et distantiam lunæ a terra dari. Sit enim T terra, L luna, conus umbræ CVD, diameter umbræ in lunæ transitu AB. Est ergo angulus V ad verticem coni æqualis ei sub quo sol nobis spectatur quia immensa est solis distantia ad distantiam lunæ comparata vel etiam ad totius coni CVD longitudinem (vel si parallaxis solis aliqua detur [5]) ejus duplum, hoc est dupla parallaxis hori-

[5]) En 1688 Huygens évalua avec Cassini, d'aprés les observation de celui-ci, la parallaxe du soleil („la parallaxe" est dit couramment, comme on sait, pour désigner „la parallaxe horizontale") à 10″18‴ (voyez la p. 410 qui suit); plus tôt, en 1659, sans observation directe à environ 8″ ce qui est fort proche de la vraie valeur; voyez les p. 192, 347 (note 7) et 378 du T. XV. ou bien la p. 308 qui suit Consultez aussi sur la vraie valeur la note 7 de la p. 397 du T. XIX.

zontalis [5]) ablata ab angulo sub quo sol nobis spectatur dabit angulum coni V). Itaque datus est angulus V, 31′ ex. gr. Sed et angulus ATB sub quo diameter umbræ spectatur datus est. puta 1.25′. Ergo et ratio VL ad LT data erit, eadem proxime ob exilitatem angulorum quæ anguli ATB ad AVB, hoc est quæ 85 ad 31. Sed tota TV data est in diametris terræ ob angulum V datum 31′ estque circiter VT ∞ 114 CD. Ergo si fiat ut 85 + 31 ad 31, hoc est ut 116 ad 31, ita 114 ad aliud nempe $30\frac{1}{2}$, erit hic numerus diametrorum terrestrium qui continentur recta LT quæ est distantia lunæ a terra.

F bis.

P. 101. POUR TROUVER COMBIEN LA REFRACTION DE L'ATMOSPHERE ELEVE LE SOLEIL.

Vide figuram paginæ præcedentis [Fig. 4].

Posons en premier lieu que le soleil n'a point de parallaxe sensible, comme l'on l'a assez reconnu par l'experience. .... Etc. C'est le brouillon de la première partie du § 8 de la p. 31 qui précède.

F ter.

P. 101.

Pour trouver la mesme chose sans l'aide d'une horloge a pendule ... Etc. C'est le brouillon de la deuxième partie du § 8. Huygens ajoute: Mais la premiere maniere est meilleure et plus facile.

H.

P. 107. MANIERE POUR TROUUER LES LIEUX DES ESTOILES FIXES PAR LE MOYEN D'UNE HORLOGE A PENDULE ET DES FILETS, COMME AUSSI LEUR REFRACTION.

2 Nov. 1666.

Premierement pour trouuer les differences des Ascensions droites l'on n'aura qu'a suspendre deux filets avec des poids en bas. .... Etc. C'est le brouillon du § 5 de la p. 28 qui précède. Nous avons observé à la p. 28 que le § 5 semble être antérieur en date au § 4, et en effet dans le Manuscrit C le brouillon du § 5 précède celui du § 4.

Ce „§ 5", nous l'avons dit dans l'Avertissement, correspond au „§ 5" latin de la p. 529 du T. XV. Le brouillon H correspond presque mot à mot avec la Pièce lue à l'Académie.

APPENDICE III

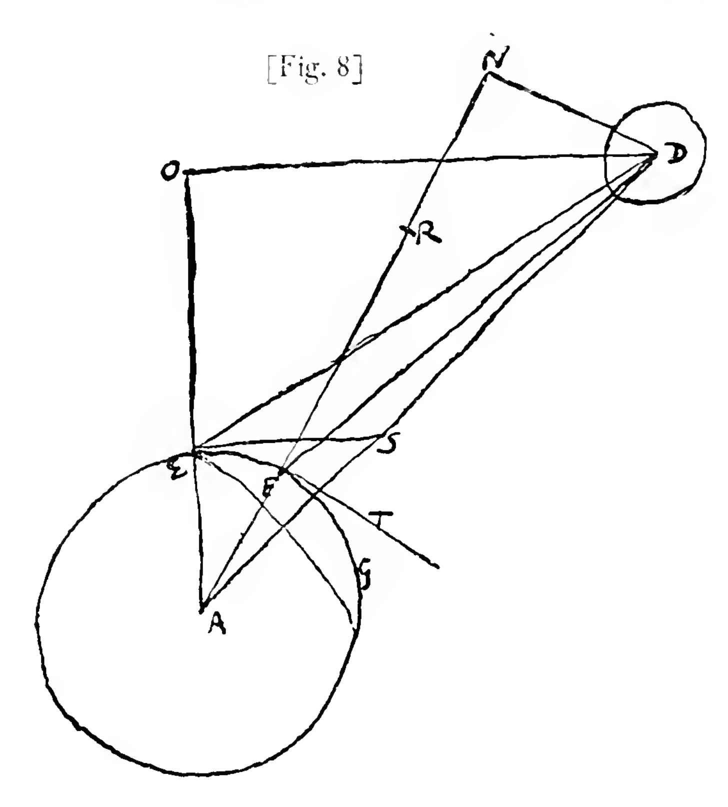
À HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES. ASTRONOMIE.

[1666] [1])

A. Trouver la distance de la terre a la lune, par le diametre apparent de la lune observè a deux differentes heures en un mesme jour ou nuict et sa hauteur prise en mesme temps.

L'on ſuppoſe que l'obſervation du diametre apparent ſe faſſe avec une tres grande exactitude par le moyen des filets tendus dans une lunette d'approche, au foier du verre oculaire; et d'autant qu'il y aura plus de difference de hauteur de la lune aux 2 ob-

[Fig. 8]



ſervations d'autant plus precis ſera le calcul. Et le mieux eſt de les faire alors que la lune eſt pres de ſon apogee ou perigee a cauſe que ſa diſtance ne varie pas ſenſiblement alors entre la premiere et derniere obſervation.

Soit D [Fig. 8] le centre de la lune, A le centre de la terre, joints par la droite AD, et qu'un plan menè par ces 2 centres couppe la terre et faſſe le cercle EFG.

Or il faut ſcavoir, que puis qu'on ſuppoſe qu'aux deux obſervations la diſtance de la lune au centre de la terre eſt la meſme, que la grandeur du diametre apparent de la lune depend uniquement de l'angle de ſa hauteur ſur l'horizon, en ſorte que cet angle eſtant plus petit, le diametre apparent ſera plus petit auſſi, a cauſe que la diſtance ſera plus grande entre la lune et l'obſervateur.

Soit maintenant le premier lieu de l'obſervateur en E d'ou la lune D aic paru elevee ſur l'horizon de l'angle DES de 12 degr. et ſon diametre apparent de 30'.27''. Et que quelques heures apres, le meſme obſervateur, mais tranſportè par le mouvement journalier de la terre en V, aic obſervè la hauteur de la lune de 56 degr. et ſon diametre apparent de 30'.44''. Il eſt certain que ſi au temps de la premiere obſervation en E un autre obſervateur ſe fut trouvè a un point du cercle EFG, prenons que ce ſoit en F, ou la lune D luy euſt paru elevee ſur l'horizon de 56 degr. il eſt certain, dis je, qu'il y auroit veu ſon diametre apparent de 30'.44''. parce que comme j'ay dit, ce diametre depend uniquement de la hauteur plus ou moins grande de la lune ſur l'horizon, en ſorte que de quelque lieu qu'on l'obſerve haute de 56 degr. ſon diametre y paroiſtra de 30'.44''. Pour trouver donc la diſtance DA, nous ſuppoſons que au meſme temps qu'on a obſervè la lune du point E ou elle eſtoit haute de 12 degr. et ſon diametre apparent de 30'.27'', un autre obſervateur l'a obſervée du point F, ou elle avoit la hauteur de 56 degr. et d'ou nous ſcavons certainement que ſon diametre devoit paroiſtre de 30'44'', et ces ſuppoſitions faites, je trouve la regle ſuivante pour calculer la diſtance AD.

Regula.

Sit data, ex diametrorum ratione, major diſtantia lunæ ED ad minorem FD quæ 100000 ad 99078. Fiat ut DE ad DF ita ſinus altitudinis majoris DFT ad aliam, à qua auferatur ſinus altitudinis minoris DES. Et ut reſiduum ad differentiam diſtantiarum ED, FD, ita erit earum ſumma dimidia ad ſemidiametrum Terræ, in partibus qualium diſtantia major poſita fuit 100000. Hinc vero et diſtantia DA data erit, quippe quæ ſit hypotenuſa trianguli rectanguli AOD, cujus latus unum DO eſt ſinus compl. minoris altitudinis obſervatæ, alterum vero OA ſinus ipſe ejus altitudinis junctus terræ ſemidiametro EA.

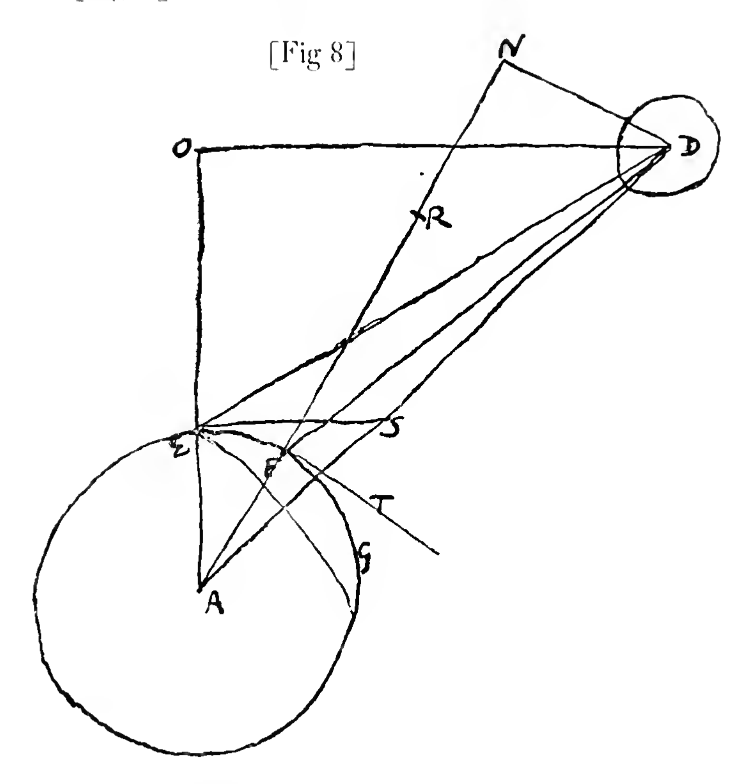
---

[1]) Manuscrit C, p. 124—126. Les p. 110 et 128 du Manuscrit C portent respectivement les dates du 2 nov. et du 31 déc. 1666.

Demonſtratio Regulæ præcedentis.

Producantur AF, AE, ſint ijs perpendiculares DN, DO. Et in recta FN ſumatur FR æqualis EO [Fig. 8].

[Fig 8]



Quadr. AD æquatur quadratis AF, FD et duplo □° AFN. At idem qu.AD æquatur qu.^is AE, ED, et duplo □° AEO. Ergo qu.^a AF, FD, cum duplo □ AFN, æqualia qu.^is AE, ED cum duplo □° AEO. Et ablatis utrinque qu.^is æqualibus AF, AE, erit qu. FD cum duplo rectang. AFN æquale qu° ED cum duplo □ AEO. Unde ſi rurſus æqualia conferantur, hinc nimirum dupl. □ AEO, inde dupl. □ AFR; Relinquetur qu. ED æquale qu. FD cum duplo □ AF, RN. Itaque qu. ED ſuperat qu. FD hoc duplo □ AF, RN. Eſt autem idem exceſſus qu.ⁱ ED ſupra qu. FD æqualis rectangulo ex ſumma et differentia duarum ED, FD. Ergo et □ ex AF, RN æquabitur □° ex differentia duarum ED, FD. Ideoque erit ut RN ad differentiam duarum ED, FD, ita earum ſumma ad duplam AF. Quia vero datur, ex diametrorum obſervatione, ratio ED ad FD; Sequitur, ſi ponatur ED partium 100000, etiam FD in talibus partibus datam eſſe, adeoque et ſummam utriuſque et differentiam. Sed et rectam NR quæ eſt differentia duarum NF, OE datam eſſe in ſimilibus partibus ſic oſtendetur. Etenim quia anguli altitudinis lunæ ſupra horizontem in utraque obſervatione dati ſunt DES, DFT, et angulo quidem DES æqualis eſt

angulus EDO in triangulo rectangulo EOD. patet posita ED partium 100000 fieri EO sinum anguli EDO seu DES, ideoque datam esse. Cæterum et FD cum data sit, et data item ratio ejus ad FN, nempe ea quæ est radij ad sinum anguli dati FDN ipsi DFT æqualis; patet et FN datam fore, invenirique ipsam faciendo ut sicut radius ad sinum FDN ita FD ad aliam. Itaque auferendo datam EO sive ipsi æqualem FR ab FN data, etiam reliqua RN dabitur. Et faciendo itaque ut RN ad differentiam duarum ED, FD ita earum summa ad aliam, ea erit dupla AF; quæ itaque dabitur in partibus qualium ED erat 100000.

B[2]). Trouver la distance de la Lune au Centre de la Terre par deux Observations de son diametre apparent, et ses hauteurs sur l'horizon, prises en mesmes temps. Supposè que la distance entre la Lune et le centre de la terre soit la mesme aux deux Observations.

Regle.

Les distances de la Lune à l'observateur estant en raison contraire des diametres observez, L'on fera comme la plus grande distance (que l'on supposera egale au Rayon, par exemple de 100000 parties) est à la moindre distance, ainsi le sinus de la plus grande hauteur de la Lune à une quatrieme; de la quelle on ostera le sinus de la moindre hauteur de la Lune; et comme le reste est a la difference des deux distances, ainsi sera leur somme au diametre de la Terre. En suite de quoy l'on connoistra aussi la distance requise de la Lune au centre de la Terre; car ce sera l'hypotenuse d'un triangle rectangle, dont l'un costè est le sinus du complement de la moindre hauteur observee, et l'autre composè du sinus mesme de cette hauteur, et du demidiametre de la Terre.

Si la hauteur estant de 12 degr. le diametre de la Lune est de 30'. 27".

Et la hauteur estant de 56 degr. le diametre est de . . . . . 30'. 44".

L'on trouvera par cette methode que la distance de la Lune au centre de la Terre est environ de 33 diametres de la Terre.

[?]

C[3]). De 60 pieds ouverture de 6 p. 8 l. 240 fois.
qui fait 60 . . ouverture de 4. . . . . 200 fois, avec un oculaire de $3\frac{3}{5}$ pouce

[2]) La partie *B* de cet Appendice est empruntée à la p. 253 du Manuscrit E. La p. 254 porte la date du 24 novembre 1680, mais comme il s'agit dans le cas de la p. 253 d'une feuille collée dans le Manuscrit, sa date est incertaine. Elle nous semble être de 1666 bien plutôt que de 1680 puisque la règle, ainsi que les données numériques, sont absolument les mêmes que celles de la partie *A* qui précède.

[3]) La partie *C* est empruntée à la p. 257 du Manuscrit E. Il s'agit ici aussi (comparez la note 2) d'une feuille collée dans le Manuscrit. La date étant donc incertaine, nous avons cru pouvoir la reproduire ici.

fait voir le diametre de la lune de 100 degr. puiſqu'elle eſt d'un $\frac{1}{2}$ degr. C'eſt a dire 500 lieues d'Allemagne ſous l'angle de 100 degr. ou 5 lieues ſous 1 degr. ou 1 lieue ſous 12 min.

1 degrè eſt la $\frac{1}{57}$ partie de ſa diſtance de l'oeil, donc a la diſtance de 57 pouces c'eſt pres de 5 pieds l'on verra un rond d'un pouce de diametre de meſme qu'une tache de la lune qui a 5 lieues de diametre.

Et $2\frac{2}{5}$ lignes, a cette meſme diſtance de 5 pieds, comme une choſe dans la lune de l'eſtendue de 1 lieue. Et une chose de $\frac{1}{2}$ lieue, comme ſeroit la ville de Paris, comme $1\frac{1}{5}$ lignes à la diſtance de 5 pieds.

Comparez avec la préſente Pièce *C* la p. 351 du T. VII (lettre de Huygens à Colbert du 9 août 1673).

APPENDICE IV

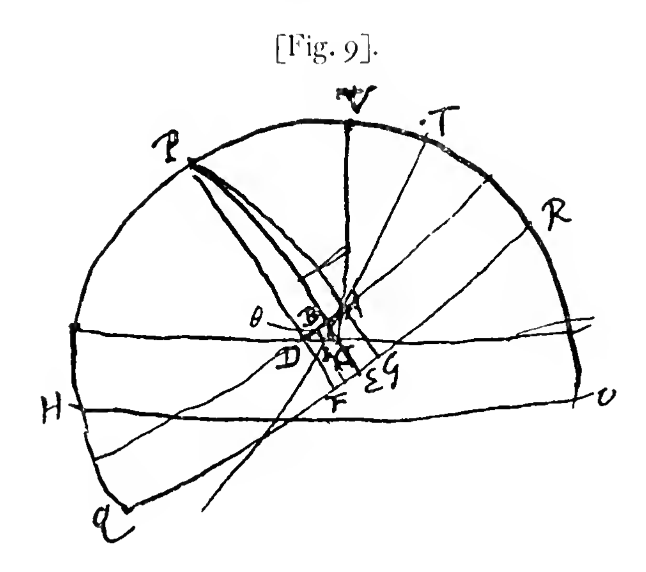
À HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES. ASTRONOMIE.

[1674]

La préſente page du Manuſcrit E [1]) fait bien voir, comme nous l'avons dit à la p. 14 qui précède, que lors de leur commun ſéjour à Paris, Huygens et Roemer converſaient ſur des ſujets d'aſtronomie. Comme nos notes le ſont voir, Huygens n'a pas pris la peine de bien rédiger cette Pièce.

P. 7. Römer. Suppoſito [Fig. 9] angulo in ſole ACB (à circulis per verticem et per polum) altitudinis variatio eſt ad tempus (tempus ſcilicet quo arcus variationis

[Fig. 9].



altitudinis mergitur infra parallelum horizontis per ſolem tranſeuntem) ut AB ad

[1]) Manuscrit E, p. 7. La p. 26 porte la date du 19 décembre 1674.

AC. Declinationis variatio eſt ad tempus (tempus quo arcus variationis declinationis mergitur infra eundem horizontis parallelum per ſolem tranſeuntem) ut BA ad BC [2]).

HPVO meridianus. V vertex, P polus. PCV angulus in ſole [c'eſt l'angle qui plus haut s'appelait ACB]. QR æquator. DA parall. æqu. HO horizon. DC parall. horiz.

AC variatio altitudinis [3]).

GF arcus æquatoris ſeu tempus quo punctum A ſerius attinget parallelum horiz. CD quam punctum C.

BC variatio declinationis [4]).

EF tempus quo punctum B ſerius attinget parall. horiz. DC quam punctum C [5]).

Ergo variatio altitudinis AC ad tempus GF non eſt ut AC ad AD hoc eſt ut BA ad AC, niſi cum arcus AD non differt à GF, hoc eſt, cum ſol eſt in æquatore.

Itemque variatio declinationis BC [4]) ad tempus FE non eſt ut BC ad BD, h.e. ut BA ad BC niſi cum arcus BD non differt ab EF, hoc eſt cum ſol eſt in æquatore.

Sole autem non in æquatore poſito, erit ratio AC ad GF compoſita ex AC ad AD, ſeu BA ad AC, et ex DA ad FG, hoc eſt et ex ea quam habet ſinus arcus PA ad ſinum totum [6]).

[2]) Ici le soleil est donc supposé se trouver au point C. Quant à la „variatio" de sa hauteur, elle résulte apparemment d'un déplacement fictif du soleil, indépendant du mouvement diurne, avec une vitesse constante v de C en A, en un temps CA. Si AD désigne le temps dans lequel le point A est transféré en D par suite du mouvement diurne, la vitesse nommée v étant supposée égale à la vitesse linéaire de ce dernier mouvement du point A, on a:

altitudinis variatio CA (temps) : temps AD (ou plus brièvement CA : AD) = AB : AC,

puisque dans le petit triangle rectangle DCA CB est la perpendiculaire sur l'hypoténuse. On aura de même, en supposant cette fois que la vitesse du mouvement CA soit telle que la *composante* CB de ce mouvement ait la vitesse v susdite (ou bien que le soleil se déplace de *C en B* avec cette vitesse v):

declinationis variatio CB (temps) : temps BD (ou plus brièvement CB : BD) = AB : CB (même triangle).

C'est dire qu'il est bien plus simple de ne considérer que les relations géométriques CA : AD = AB : AC et CB : BD = AB : CB sans parler de temps ni de vitesses.

[3]) TAI (voyez la suite du texte) représente l'écliptique dont un point déterminé vient en I (point de la circonférence de cercle CD parallèle à l'horizon) après un certain temps. Le soleil qui au commencement de ce temps, p.e. à midi, se trouvait par hypothèse au point considéré de l'écliptique ne vient cependant pas en I en ce temps, mais seulement en A par suite de son mouvement propre dans l'écliptique. L'arc IA est considéré comme une „variatio" dans la position du soleil à laquelle correspondent la „variatio altitudinis" CA (ou AC) et la „variatio declinationis" I δ (ou δ I), δ étant le pied de la normale abaissée de I sur AD.

Il est évident qu'il n'est plus question désormais d'un „angulus in sole ACB", c.a.d. d'un soleil se trouvant au point C.

[4]) Comme la suite du texte le fait voir la véritable „variatio declinationis" n'est cependant pas CB ou BC (note 2) mais I δ ou δ I (comparez la note 3).

[5]) Nous avons corrigé „punctum B" en „punctum C".

Et ratio BC ad FE, componetur ex ratione BC ad BD seu AB ad BC et ex BD ad FE, quæ est ea rursus quæ semis arcus PA ad sinum totum.

Dum punctum eclipticæ T à meridiano venit in I, sol fecisse putetur arcum IA. tunc enim variatio altitudinis erit CA. variatio declinationis erit ♌I [5]) [6]).

Habentur duæ solis altitudines æquales ante et post meridiem, et tempora utriusque observationis notata horologio quod ad mediam dierum mensuram temperatum est. Quæritur quam horam indicante horologio sol fuerit in meridiano. Datur declinatio solis et poli altitudo præter altitudines solis observatas: Item variatio altitudinis solis in dato exiguo tempore, puta 1'. Hinc angulus in sole, et reliqua absque calculo triangulorum secundum methodum Romeri.

Les considérations qui précèdent n'étant pas suffisamment explicites, il ne nous est pas possible d'indiquer quelle était précisément la „methodus Roemeri" servant à résoudre le problème proposé.

En 1668 Huygens avait déjà résolu le même problème en se servant du „calculus triangulorum": voyez, à la p. 369 du T. XVIII, la Pièce intitulée: „Ad inveniendas longitudines in mari, ex duabus æqualibus solis altitudinibus et hora pendulorum" qui constitue notre Appendice I à la Pars Prima de l'„Horologium oscillatorium." Cette Pièce est parfaitement claire. La note 2 que nous y avons ajoutée fait voir que là aussi Huygens parle d'un soleil se trouvant en un certain point I de la Fig. 119 où le soleil ne se trouve pas en réalité: ce point I nous semble analogue au point C de la présente Fig. 9 où le soleil est dit se trouver (voyez la note 3 de la p. 54) sans qu'il en soit ainsi.

[6]) Rapport que nous désignons aujourd'hui simplement par sin PA.

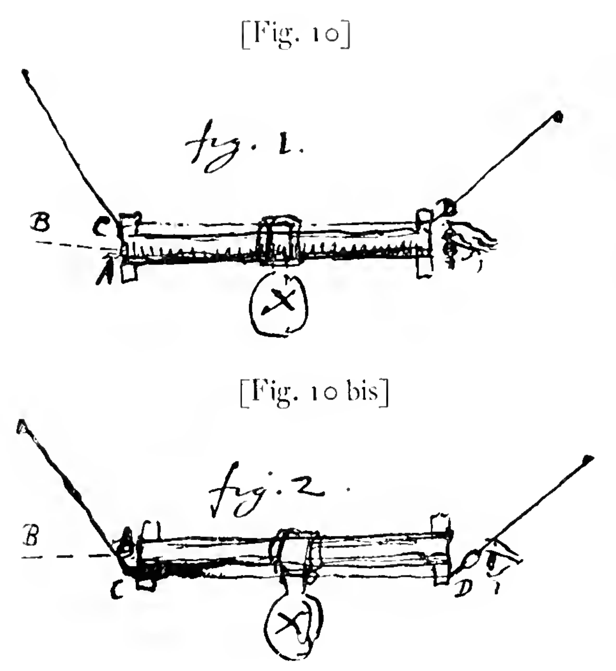
APPENDICE V

À HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES. ASTRONOMIE.

[1680] [1])

[Fig. 10]

[Fig. 10 bis]



Le poids X eſt attaché à un anneau qui peut tourner ſur le tuyau de la lunette. En premier lieu ce poids tiendra la lunette pendue comme dans la fig. 1 [Fig. 10]. Puis on tournera ſon anneau d'un demi tour; et il renverſera la lunette et la tiendra ſuſpendue comme dans la fig. 2 [Fig. 10 bis] les filets tenants tousjours aux meſmes points de la lunette.

Il faut voir ſi le filet D n'empeſchera pas l'oeil. Je crois que non, par ce que la prunelle en eſt fort proche. Autrement il faut mettre un anneau au fil. Le poids X peut tremper dans de l'huile ou ſijrop.

Les deux filets et la ligne qui joint les filets demeurent dans la meſme poſture apres et devant le mouvement de la lunette par le contrepoids, et ſi le rayon viſuel de la lunette eſt parallele a la ligne qui joint les filets, elle viſera touſjours au meſme object,

[1]) L'Appendice V, dont le texte a déjà été cité en partie à la p. 14 qui précède, est emprunté aux p. 34—37 du Manuscrit F. La p. 39 eſt datée 16 Nov. 1680 Pariſijs. La partie supérieure de la f. 33—34 manque par suite d'une lacération, de sorte que le début du texte de la p. 34 nous fait défaut.

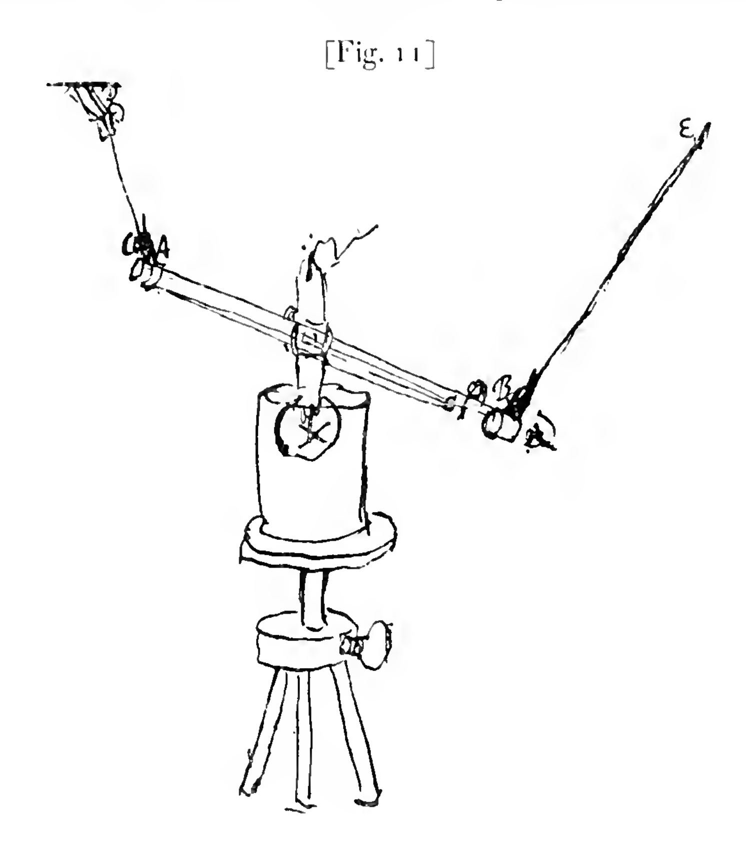
mais ſi elle eſt inclinee a cette ligne de jonction la lunette changera d'object, en la renverſant ou a demy ſeulement.

La mauvaiſe centration eſt compriſe dans cette verification. Si le rayon viſuel AB n'eſt pas parallele a la ligne CD, il tournera dans une ſurface conique qui aura la ligne CD pour axe. Et puiſque CD demeure immobile ce rayon viſuel changera d'object en tournant la lunette. Et en la renverſant tout a fait ce rayon viſuel ſera autant incline d'un coſtè ſur le plan azimuthal des ſilets, qu'il l'eſtoit auparavant de l'autre.

Lunette d'approche avec un fil perpendiculaire au foier, lequel ſe rencontre toujours parfaitement au cercle meridien.

Pour obſerver les differences des aſcenſions droites des eſtoiles fixes, entre elles et d'avec celle des planetes et du ſoleil. AB [Fig. 11] lunette a deux verres convexes, avec un fil au foier commun en C. Ce fil eſt dans le plan vertical. La lunette eſt ſuſ-

[Fig. 11]



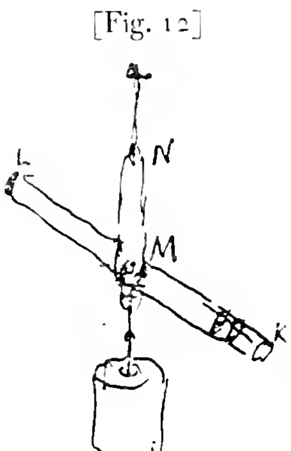
pendue par les deux filets AD, BE, dont les bouts d'enhaut ſont attachez a deux petites avances de leton, ſcellees dans un mur qui ſoit diſposè nord et zud, comme les coſtez des feneſtres meridionales et ſeptentrionales de l'obſervatoire.

En A et B il y a deux morceaux de leton, arreſtez ſur la lunette et fendus, dans leſquels tienent les filets, preſſez par une vis. Les dits filets ſont ſerrez aux bouts D, E dans des fentes verticales, par une vis. Mais du coſtè E cette piece qui tient le filet pourra s'avancer et reculer ſur l'avance fixe.

Aux deux bouts de la lunette AB on ſuſpendra des poids qui trempent dans de l'huile comme en mon niveau. Ou bien un poids X au milieu. [Cette dernière phraſe a été ajoutée plus tard. Il en eſt de même du poids X et du trépied correſpondant dans la Fig. 11. En même temps Huygens biffa dans la figure les poids ſuſpendus en A et B et leurs trépieds; nous les avons donc omis.]

Par le moyen d'une lunette KL [Fig. 12] pendue a un ſimple filet, et mobile ſur le pivot M, qui la joint a la piece perpendiculaire MN, l'on obſervera deux egales hauteurs d'une meſme eſtoile fixe, vers l'orient et vers le couchant ce qui ſe verra exactement par le moyen du filet horizontal au foier des verres. L'on marquera a la pendule le temps entre les deux obſervations. Le lendemain ou apres on obſervera derechef la meſme hauteur orientale de la meſme eſtoile et l'on remarquera l'heure de cette obſervation et l'on ajuſtera la lunette AB en ſorte que l'eſtoile ſe rencontre devant elle a ſon filet juſtement lors que la moitiè du temps entre les obſervations du jour d'auparavant ſoit paſſée depuis la derniere obſervation. Alors on eſt aſſurè que cette eſtoile eſt au meridien.

[Fig. 12]



Mais il eſt encore incertain ſi le fil de la lunette AB, lors qu'on luy hauſſera et baiſſera le bout B, ſuit exactement le cercle meridien. Car il ſe peut faire que le rayon viſuel de la lunette ſoit inclinè ſur le plan azimuthal commun des deux filets qui la tienent ſuſpendue, et alors le fil de la lunette ne ſuivra point le cercle azimuthal des filets mais un moindre cercle parallele a cet azimuthal [Fig. 13]. Ce moindre cercle en ce cas, paſſant par l'eſtoille qui eſt preciſement dans le meridien, il s'enſuit qu'il coupe le meridien. Mais ce devoit eſtre le meridien meſme.

[Fig. 13]

L'on connoiſtra ſi la viſuelle de la lunette, hauſſée ou baiſſée, demeure dans un meſme azimut, par le renverſement de la lunette, dont l'invention ſe void aux deux pages precédentes.

En marge: La meſme lunette pourra ſervir et pour prendre les egales hauteurs d'eſtoile, eſtant ſuſpendue par un fil; et dans le cercle meridien eſtant ſuſpendue par les deux bouts. Pour le premier uſage on attachera la lunette dans la piece MN [Fig. 12] comme une balance mais moins libre.

La rédaction de cette Pièce eſt poſtérieure d'un an environ à celles ſur le niveau de Huygens, publiées en janvier et février 1680 dans le Journal des Sçavans; voyez la ſuite du préſent Tome. Il y a évidemment une certaine connexion entre les deux ſujets. Et auſſi entre les inſtruments de Huygens et l' „amphioptra ſive tubus reciprocus" de 1675 de Roemer, déjà mentionné plus haut (note 17 de la p. 11) et dont on trouve une deſcription dans la „Baſis aſtronomiæ" de Horrebow.

Nous ignorons ſi les inſtruments dont traite la préſente Pièce ont réellement été conſtruits.

OPPOSITION DE HUYGENS CONTRE UNE THÈSE DÉFENDUE PAR LE FILS DE COLBERT AU COLLÈGE DE CLERMONT À PARIS[1].

[1]) D'après le Journal d'Olivier Lefèvre d'Ormesson le jeune Colbert défendit ses thèses le 11 et le 12 août 1668. Le premier jour il „soustint des thèses en philosophie desdiées au roy". „Le lendemain il y eut un second acte de mathématiques". „La cour y estoit en sy grande foule que l'on ne pouvoit se retourner dans la place . . . Jamais il ne put y avoir une plus grande assemblée de personnes de toutes conditions". D'Ormesson donne les noms de plusieurs personnes qui prirent la parole le premier jour. Il n'était pas encore connu que Huygens a pris part au „second acte". Le Journal en question a été publié par M. Chéruel dans la Première Série (Histoire Politique) de la „Collection de documents inédits sur l'histoire de France publ. par les soins du ministre de l'instruction publique". Nous citons le T. II (1661—1672) de la publication de M. Chéruel (Paris, Imprim. Imp. MDCCCLXI). Chéruel dit à tort dans une note qu'il s'agit du second fils de Colbert, Jacques Nicolas (né en 1654, plus tard archévêque de Rouen).

La défense des thèses par le jeune marquis de Seignelay est aussi mentionnée par le marquis de Saint-Maurice dans ses „Lettres sur la Cour de Louis XIV", éd. J. Lemoine, Paris, Calmann-Levy, 1910. D'après Lemoine cette défense eut lieu, non pas le 11 et le 12, mais le 29 et le 30 août. En effet, le marquis écrit dans sa lettre LXVI du 24 août 1668 au duc de Savoie, Charles Emmanuel II: „Hier [Colbert] me visita . . il me vint présenter son fils qui m'apporta des thèses de philosophie qu'il doit soutenir dans le collége de Clermont". Et dans sa lettre du 31 août suivant au même: „Revenant aux thèses du fils de M. de Colbert que l'on nomme le marquis de Seignelay, il y eut encore plus de confusion qu'à Versailles. Jamais il n'y avait eu un si grand concours de personnes de qualité en pareille occasion . ." D'après la Gazette de France (1668, p. 914) citée par Lemoine, le jeune Colbert défendit le premier jour ses thèses „avec tant de vivacité, de netteté et de vigueur qu'il étonna toute l'assemblée . . le jour suivant il ne surprit pas moins agréablement tout ce beau monde par le succès qu'il eut encore dans les choses les plus difficiles des mathématiques".

Néanmoins le marquis de Saint-Maurice croit devoir écrire dans sa lettre CXLII du 2 Sept. 1672 au duc de Savoie: „ . . le marquis de Seignelay . . fils [de Colbert] ne fera jamais grande figure; il n'y a pas de génie si faible à la Cour et dans les conversations à l'armée, on a remarqué qu'il ne savait ce qu'il disait et qu'il sait peu".

CONTRA THESIN 9. D^r. DE SEIGNELAY IN COLLEGIO CLARAMONTANO POSTREMUM DISPUTANTIS.

[Août 1668]

Aug. [1668] [1]).

Illa hypothesis quæ ne quidem inter hypotheses numerari meretur male cæteris hypothesibus terram circumagentibus tolerabilior dicitur.

Hypothesis Cesalpini ne quidem inter hypotheses numerari meretur. Ergo &c.

Vers la fin de la Quæstio 4 („Planetas in Circulis non in sphæris moueri") du Liber Tertius de ses „Quæstiones Peripateticæ" de 1593 (Venetiis, apud Iuntas) Andreas Cæsalpinus (le célèbre botaniste) émet l'hypothèse que la terre, laquelle est censée se trouver au centre de l'univers, possède un mouvement de rotation fort lent; elle serait entraînée tant soit peu par le mouvement diurne du ciel, et cela un peu obliquement (ce qui explique „solem non ferri semper super easdem partes terræ: ideo non semper sunt eædem terræ zonæ, sed quæ nunc torrida est, aliquando erit frigida, & é converso"). Or, „iudicandum est huiusmodi motum terræ eius gratia institutum esse, ut coelum, vnde omnis virtus descendit, secundum alios atque alios aspectus respiciat". Il pense que ce mouvement, imaginé par lui, de la terre explique aussi la précession des équinoxes que les géocentristes attribuent généralement à un mouvement de la „sphæra octava"; „cum enim terra in occasum feratur, videtur octaua sphæra in ortum mutari etc.". C'est apparemment cette hypothèse-ci qui fut défendue au collège de Clermont, avec d'autres thèses, par le jeune Colbert, et c'est pour se conformer au style du collège, où les jeunes gens apprenaient à ergoter, que Huygens dans la présente Pièce procède par *major*, *minor* et *conclusio* [2]). „Les Universités", dit Tannery „après avoir longtemps présidé au mouvement intellectuel, en avaient perdu la direction, et quand elles n'y créaient pas des obstacles par leur aveugle attachement aux traditions surannées de la scolastique, elles étaient au moins incapables de se transformer pour se plier aux besoins des temps nouveaux" [3]). Ce jugement, appliqué au collège de Clermont, nous semble en vérité trop sévère: n'oublions pas

[1]) La Pièce est empruntée aux p. 16—18 du Manuscrit D. Le jeune marquis de Seignelay dont il s'agit est Jean Baptiste Colbert, né en 1651, fils homonyme du grand Colbert. On trouvera son nom aussi dans notre T. VII. Il est surtout connu comme ministre de la marine par le bombardement de Gênes qui eut lieu d'après ses ordres et en sa présence en 1684 („Histoire des Français" par J. C. L. Simonde de Sismondi, Paris, 1841, T. XXV, p. 465—471).

[2]) Voyez un peu plus loin la note ajoutée par Huygens en marge: „Hic *dixerunt* . . . etc." qui prouve qu'il a pris la parole en cette occasion.

[3]) P. Tannery „Les Sciences en Europe 1648—1715", dans le T. XIV de l „Histoire générale du IVe siècle à nos jours" (dir. E. Lavisse et A. Rambaud, 1924).

que le Père Pardies [4]), bien connu à Huygens, y a enſeigné vers la fin de ſa vie [5]), lequel était un homme de grande valeur [6]). Notons en particulier que Pardies s'exprime de telle manière ſur le mouvement de rotation (diurne p.e.) de la ſphère ou des ſphères céleſtes qu'on peut douter s'il croyait fermement à l'exiſtence objective de ces mouvements [7]).

Probo minorem. Illa hypotheſis quæ peccat contra ipſas rationes mathematicas, non debet numerari inter hypotheſes. Atqui Ceſalpini hypotheſis peccat contra ipſas rationes mathematicas. Ergo &c.

Probo majorem. Non enim eſt hypotheſis ſed paralogiſmus. Hypotheſis autem talis eſſe debet ut ſaltem phænomena cujus [lisez quorum] gratia ſuppoſita eſt ex ea ſequi poſſint.

Probo minorem. Illa hypotheſis peccat contra rationes mathematicas ex qua hypotheſi eos motus quorum gratia poſita eſt ſequi non poſſe mathematicis rationibus evincitur.

Atqui ex Ceſalpini hypotheſi, motum præceſſionis æquinoctiorum cujus gratia inſtituta eſt, ſequi non poſſe, mathematicis rationibus evincitur. Ergo Ceſalpini hypotheſis peccat contra rationes mathematicas.

Probo minorem, et primo hæc pono fundamenta. Puncta æquinoctialia eſſe interſectiones Aequatoris et Eclipticæ. Præceſſionem æquinoctiorum eſſe tranſlationem illam lentiſſimam punctorum æquinoctialium ad alia atque alia inter fixas loca, ſive hoc motu fixarum ſive alia quacumque ratione efficiatur.

Jam ſic argumentor.

Si ob motum a Ceſalpino terræ attributum nec æquator nec ecliptica inter fixas ſitum mutant, ſequitur nec interſectiones æquatoris et eclipticæ ſitum inter fixas mutare poſſe. Atqui ob motum &c.

Probo minorem. Si in hypotheſi Ceſalpini non æquatoris coeleſtis poſitus inter fixas, multoque minus poſitus eclipticæ pendent a poſitu telluris; ergo ob motum quem telluri tribuit nec æquator nec ecliptica ſitum mutare poterunt. Atqui in hypotheſi Ceſalpini æquatoris coeleſtis poſitus multoque minus eclipticæ pendent a poſitu telluris. Ergo &c.

En marge: hic dixerunt eclipticam coeleſtem quidem ſitum non mutare, ſed eclipticam terreſtrem. quod abſurdiſſimum eſt cum nulla ſit ecliptica terreſtris, nec ſi eſſet ejus interſectio cum æquatore æquinoctialia puncta in coelo conſtituere poſſet.

[4]) Mort en 1673.

[5]) Nous l'avons dit auſſi à la p. 487 du T. XVIII. Mais il semble bien que Pardies n'était pas encore attaché au collège de Clermont en 1668.

[6]) Voyez e.a. les T. XVIII et XIX.

[7]) Nous avons cité à la p. 227 du T. XVI sa remarque, tirée de la Préface de la „Statique" qui est une suite du „Discours du mouvement local": „[*La Mécanique*] *affermit inébranlablement la terre sous nos pieds*"; „*c'est elle qui donne le branle à tous les Cieux*".

In Copernicana hypotheſi æquatoris poſitus pendet a poſitu terræ, cum ſit circulus is quem æquatoris terreſtris planum ad ſixas productum efficit.

Non poteſt ratio reddi præceſſionis æquinoctiorum niſi ponatur ſixas in conſequentia ferri ſuper axe eclipticæ, et tunc axis converſionis ſphæræ ſixarum aliter atque aliter ad eundem axem immobilem aptari ponitur; vel ut poli converſionis ſixarum inter ipſas alia atque alia puncta occupent in circulo circa polum eclipticæ procedendo in præcedentia. Dico in his hypotheſibus. Sed in Copernicana vel Semicopernicana axi telluris motus circa polos eclipticæ tributus præceſſiones ſalvat optime.

Probo quod in hypotheſi in qua terra motu diurno non convertitur poſitus Aequatoris non pendet a poſitu terræ.

Aequator in illa hypotheſi eſt circulus in coelo maximus cujus poli ſunt ijdem qui converſionis ſphæræ ſixarum. Si itaque poli converſionis ſphæræ ſixarum non pendent a poſitu terræ, ergo nec æquator pendebit a poſitu terræ. Atqui poli converſionis &c. Ergo.

Probo minorem. Si poli converſionis ſphæræ ſixarum penderent a poſitu terræ dicendum eſſet motum illorum polorum motui terræ obnoxium eſſe ita ut hoc poſito ille ſequeretur. Atqui abſurdum poſterius ergo et prius. Vel ſi motum polorum converſionis ſixarum dicitis ſequi ad motum telluris, jam concedatis oportet non ex ſolo motu terræ a Ceſalpino conſtituto ſequi motum punctorum æquinoctialium, ſed præterea etiam polos converſionis ſixarum inter ſixas transferri debere in circulis circa polos eclipticæ. Et tunc multo tolerabilior erit hypotheſis eorum qui tantum ſphæræ ſixarum motum tardiſſimum circa polos eclipticæ in conſequentia tribuunt.

HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, MEMOIRE POUR CEUX QUI VOIAGENT.

MEMOIRE POUR CEUX QUI VOIAGENT.

[Août ou Septembre 1668] [1]

Prendre dans toutes les villes la hauteur du pole, ce qui se fait en prenant les lignes de la hauteur du soleil a midy, par le moien d'un astrolabe, anneau graduè ou arbaleste, et en se servant de la table des declinaisons du soleil.

Que si l'on n'a pas ces tables de declinaison ou qu'on n'en entende pas l'usage, on ne laissera pas de tenir memoire de la hauteur meridiene du soleil qu'on a prise et a quel jour, parce que tousjours par apres l'on en pourra deduire la hauteur du pole.

Marquer les distances itineraires d'un lieu a un autre et les rums [2]) de vent.

S'enquerir s'il y a des cartes geographiques du pais, et en apporter.

Faire des desseins des ruines des bastimens anciens et des vues remarquables.

S'enquerir si l'on y a quelque connoissance de la Geometrie et des auteurs comme Euclide, Apollonius &c. duquel [3]) peut estre on trouvera en Arabe le 8e livre qui nous manque. Item de l'Astronomie, et si on y predit les Eclipses.

De quelle maniere on pratique l'arithmetique et quelles sont les marques des chifres.

Quelles machines y sont en usage differentes des nostres pour Moulins. Voitures. Batteaux. Elevation de grands fardeaux &c. Et en faire les figures.

Quelle est la forme des maisons. Embellissement des jardins.

Quels meubles il y a dedans. quelles serrures et clefs.

Figures d'instrumens de musique. Et apporter s'il se peut des airs notez.

Figures d'animaux que nous n'avons pas, bestes, oiseaux, insectes. Du Tigre d'Asie. Des grandes chauvesouris &c.

Maniere d'emploier l'acier de Perse et de le tremper.

Teinture des Estoffes.

Il faudroit donner a M. de l'Aisnè [4]) un de nos astrolabes et la Table des declinaisons.

Apporter des grains des herbes rares.

Voyez p.e. ce que dit Huygens en 1670 (T. VII, p. 45) sur tout ce qui fut raconté et rapporté par un certain de Monceaux après un voyage au Levant.

---

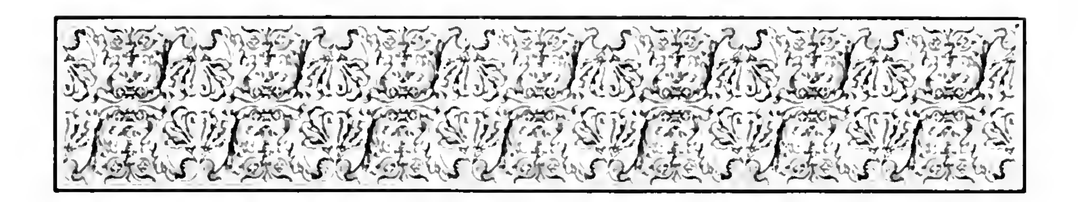
[1]) La Pièce est empruntée à la p. 31 du Manuscrit D. Les p. 9 et 37 portent respectivement les dates du 16 août et du 21 septembre 1668.

[2]) Ou rumbs.

[3]) C. à. d. d'Apollonius.

[4]) ? Dans le manuscrit le mot „de" est peut-être biffé. Le mot „Aisnè" y est suivi de trois points.

HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, LE NIVEAU.



Avertissement.

Les travaux de nivellement des membres de l'Académie Royale des Sciences se rattachent tout naturellement à ceux exécutés à l'Observatoire. Sans doute, à l'Académie l'astronomie n'était pas pratiquée uniquement à un point de vue utilitaire. Cependant les avantages que la navigation pourrait recueillir de la perfection des méthodes et des instruments, même sans que les savants se missent consciemment au service des gens de mer, étaient évidents pour les conducteurs de l'état français comme ils l'ont toujours été pour tout gouvernement éclairé. Or, étendre la connaissance utile du monde où nous nous trouvons placés exige évidemment aussi et non en dernier lieu le perfectionnement de la science des choses terrestres. Il fallait donc améliorer les cartes du royaume et plus généralement, pour autant que faire se pourrait, celles de tous les parages de notre planète, ce à quoi il fallait développer l'art de mesurer, dont le nivellage [1]) fait partie, et l'appliquer avec assiduité.

Dans sa lettre au Roi de France de 1665 [2]) où il demandait la création d'un Observatoire, Auzout avait cru devoir ajouter qu'il n'y avait pas en Europe de royaume dont les cartes géographiques fussent si fautives et la situation des lieux si incertaine.

Les célèbres mesures de Picard — Huygens parle de sa „solertia egregia" [3]) —

---

[1]) Expression de Huygens, Pièce II qui suit.
[2]) C'est la Dédicace au Roi déjà citée dans la note 12 de la p. 9 qui précède.
[3]) T. XIII, dernières lignes de la p. 774.

servant à déterminer la grandeur d'un arc du méridien, qui furent exécutés suivant la méthode de Snellius entre Sourdon, près d'Amiens, et Malvoisine, au sud de Paris, sont de 1669 et 1670; sa „Mesure de la Terre", où il en donne les détails, fut imprimée pour la première fois en 1671 [4]). Dans la Pièce „Observations faites à Brest et à Nantes pendant l'année 1679" — nous ne citons que ces observations-ci [5]) — Picard et de la Hire informent le public que Louis XIV avait donné l'ordre aux Académiciens de „dresser une carte de toute la France avec la plus grande exactitude qu'il serait possible" [6]). Les Registres de l'Académie des Sciences [7]) mentionnent, en février 1681, un „Memoire présenté à Mr. Colbert touchant la Carte du Royaume, par Mr. Picart".

Vers la fin de sa „Mesure de la Terre" [8]) Picard donne la „Description d'un [nouvel] instrument propre à observer le niveau". On voit dans sa figure que la lunette d'approche — „de mesme structure que celle que nous avons décrite pour le quart-de-cercle" [9]) — est munie de fils croisés [10]). „Un chevalet de peintre sert de support à l'instrument" et il y a des accommodements pour le cas d'inégalité du terrain. Quant au „plomb ou perpendicule" dont le fil se trouve dans une queue verticale attachée au milieu du support horizontal de la lunette, on peut vers le bas „passer le doigt pour arrester le plomb en le touchant en dessous". Une description plus ample de ce niveau, avec une nouvelle figure quelque peu différente de la première [11]), se

[4]) Publiée de nouveau dans les „Mémoires de l'Académie Royale depuis 1666 jusqu'à 1699", T. VII, première partie, 1729, p. 1—59.

[5]) Même T. VII, p. 121—134. Dans ces observations Picard et de la Hire se servent des „Eclipses des Satellites de Jupiter, qui est la voye la plus seûre pour déterminer la difference des Meridiens". Voyez aussi sur ce sujet la p. 652 de notre T. XVIII.

[6]) Le même Tome des Mémoires contient (entre les p. 180 et 181) la „Carte de France corrigée par ordre du Roy sur les observations de Mrs. de l'Académie des Sciences". On y a marqué aussi les contours, bien différents, de la carte antérieure de 1679 de „M. Sanson l'un des plus illustres géographes de ce siècle".

[7]) T. IX des Registres, f. 96 v.

[8]) P. 52—53.

[9]) Comparez sur l'application aux cadrans d'une lunette (ou de deux lunettes) au lieu de pinnules la l. 14 de la p. 8 et la note 36 de la p. 17 qui précèdent ainsi que le début de la Pièce IV qui suit.

[10]) Comparez la l. 12 de la p. 8 qui précède.

[11]) J. B. du Hamel „Regiæ Academiæ Historia", 1701, P. 177: „Mense Maio [anni 1678] Picard demonstrationem suam circa Libellam proposuit quæ postea cum aliis ad eandem rem pertinentibus edita fuit".

Dans le Chap. II du Traité de la Hire dit avoir changé la forme du niveau qui „d'abord representoit la lettre T"; „elle est à present en forme de croix, ce qui a été fait afin de donner plus de longueur au cheveu qui sert de perpendicule".

trouve dans le „Traité du Nivellement" que Picard était ſur le point de publier lorsqu'il décéda aſſez ſubitement en 1682; le Traité vit le jour en 1684 par les ſoins de de la Hire [12]): la deſcription du niveau eſt de la main de ce dernier [13]).

Ce Traité eſt donc poſtérieur à la deſcription par Huygens de ſon niveau à lui (en forme de croix) laquelle parut dans le Journal des Sçavans de janvier 1680 (Pièce V qui ſuit) et que de la Hire a réimprimée dans le Traité ſans aucun commentaire. Le deuxième article de Huygens, celui qu'il publia dans le Journal des Sçavans de février 1680 (Pièce VIII qui ſuit), ne s'y trouve point. De la Hire a en outre joint au Traité, après la deſcription du niveau de Huygens, celle de „celuy de M. Romer ſur un de ceux qu'il avoit fait faire lui-même", avec la maniere de s'en ſervir [14]), et de plus celle d'un niveau de lui-même (d. l. H.) comprenant une lunette flottante. Il eût pu faire mention d'autres conſtructions récentes [15]), telles que celle de Caſſini, Piece VI qui ſuit [16]). Le ſujet était à la mode.

Ce n'était d'ailleurs pas uniquement dans le but de dreſſer des cartes ou de meſurer la grandeur d'un arc du méridien pour établir la grandeur de la terre (conſidérée

[12]) Comparez aussi le Cap. II („De Libellæ usu, ubi de Mechanicis") de la „Sectio Secunda, de rebus Mathematicis anni 1675. & 76. pertractatis" de la „Regiæ Academiæ Historia" de du Hamel (p. 149).

[13]) Préface de de la Hire: „J'ay donné une Description entiere de son Niveau comme il s'en servoit ordinairement, dont il ne parloit qu'en passant en renvoyant le Lecteur à son Traitté de la mesure de la Terre, où il l'a expliqué fort au long".

[14]) Ce niveau n'est pas mentionné, comme c'est le cas pour les autres instruments de Roemer, dans la „Basis astronomiæ" de Horrebow.

[15]) Préface: „Comme plusieurs sçavans geometres ont publié des niveaux construits sur differens principes, qui pourront avoir de grandes utilitez dans des cas particuliers, je me suis persuadé qu'il étoit à propos de faire icy la description de quelques-uns, & principalement de ceux qui peuvent servir aux grands nivellements".

Dans le T. VIII des Registres de l'Académie (f. 202 v.) il est question, le 17 mai 1679, d'un „niveau d'une nouuelle inuention" de de Hautefeuille „auec du mercure, et de l'eau dans deux bouteilles, jointes par un tuyau avec une lunette et un filet au foyer, etc.". Dans le T. IX on lit à la f. 60 „18 Maj. [1680]. Mr. Chapotot a presenté un niveau à la Compagnie de son inuention etc." Ce niveau de Chapotot [Chappotot] est également mentionné dans notre T. VIII (p. 298, note; voyez aussi la p. 96 du T. IX), de même que celui de Puyrichard de la même année. Le titre de l'article de Chappotot dans le Journal des Sçavans de juin 1680 est une imitation de celui de Huygens.

[16]) Il s'agit ici d'une construction de 1679. Mais dans les années précédentes Cassini avait déjà proposé d'autres modèles. À la p. 168 de son „Historia" du Hamel écrit: Varios deinde [1677 et 1678] libellæ conficiendi modos proposuit D. Cassinus, cum aquæ tum hydrargyri beneficio".

comme ſphérique) que les Académiciens étaient tenus de s'appliquer au nivellement. Dans ſa Préface au Traité de la Hire rappelle que Picard eut „une occaſion tres-conſiderable pour mettre [ſon] inſtrument en pratique dans les nivellemens des eaux des environs de Verſailles [1674] et dans l'examen des hauteurs et des pentes des rivieres de Seine & de Loire", examen entrepris, en 1677, à la ſuite du déſir de „Sa Majeſté . . de faire conduire à Verſailles la meilleure eau pour boire" [17]). De la Hire ajoute: „On ne doit pas oublier d'avertir que M. Romer a eu beaucoup de part aux Nivellemens, qui ont eſté faits aux environ des Verſailles" [18]).

Dans une lettre de ſeptembre 1680 (Pièce VII qui ſuit) Huygens dit qu'on „a deſia fait bon nombre" de niveaux de ſa façon. Rien ne nous autoriſe à croire à un ſuccès de longue durée — voyez auſſi ſur ce ſujet l'Appendice II qui ſuit —, mais nous avons au moins une lettre de de la Hire de décembre 1686 [19]) où il écrit à Huygens: „Voſtre niueau eſt celuy de tous les niueaux qui eſt le plus en vogue".

Nous publions ici quelques figures et conſidérations de Huygens tant antérieures que poſtérieures à ſa lecture de novembre 1679 à l'Académie (Piece V) et à la publication, en janvier et février 1680, de ſes deux articles. Pour ces articles eux-mêmes (Pieces V et VIII), affectant comme d'habitude la forme de lettres à l'éditeur du Journal des Sçavans, nous renvoyons au T. VIII.

Dans ſa „Regiæ Academiæ Hiſtoria" de 1901 J. B. du Hamel, ſecrétaire de l'Académie des Sciences, fait une remarque hiſtorique importante au ſujet du niveau de Picard employé par ce dernier dès 1669: du Hamel écrit à la p. 101, ſe rapportant aux années 1669 et 1670: „Libellæ ſtructuram & uſum accurate deſcribit" [Picard] „in eo opuſculo [il s'agit de la „Meſure de la Terre"] quod anno 1671 publici juris factum eſt", „*ac ſimilis pene eſt chorobati Vitruvii l.* 8 *deſcripti* [nous ſoulignons], adeo ut litteram T utcumque referat".

[17]) Traité du Nivellement, p. 284.

[18]) Ibid. p. 297. Voyez aussi, à la p. 35 de notre T. VIII, la fin de la lettre du 30 septembre 1677 de Römer à Huygens.

[19]) T. VIII, p. 114.

Cette remarque a ſans doute été écrite en 1670, donc avant l'apparition (en 1673) de la traduction des „Dix Livres d'Architecture de Vitruve" par Cl. Perrault: chez ce dernier la figure du chorobate [20]) (dernière figure de la p. 244), priſe des commentaires de Barbaro [21]) (celle de Vitruve lui-même étant perdue), n'a pas la forme d'un T [22]). C'eſt peut-être à Mariotte que du Hamel a emprunté l'idée que le chorobate aurait eu cette forme.

Il eſt vrai que le „Traité du Nivellement" de Mariotte, où il avance cette hypothèſe [23]), n'a été publié qu'en 1677, mais Perrault (qui ne mentionne pas l'hypothèſe de Mariotte ſur la forme du chorobate) ſavait aſſez exactement dès 1673, et ſans doute plus tôt, ce que ce ſavant diſait ſur l'inſtrument de Vitruve et ſur ſon niveau à lui: il écrit (l.c.): „Pour perfectionner le Chorobate, Monſieur l'Abbé Mariotte de l'Académie Royale des Sciences, a trouvé depuis peu qu'il ſuffiſoit que l'inſtrument euſt trois ou quatre piez de longueur [dans ſon Traité Mariotte écrit [24]): „Ce niveau eſt un petit canal de bois d'une ſeule pièce . . . ſa longueur . . . depuis 2 piés juſques à 5 ou 6]; qu'il n'eſtoit point neceſſaire qu'il euſt des pinnules, ny meſme qu'il y euſt de ligne droite & parallele à la ſuperficie de l'eau le long de laquelle il falluſt regarder, etc.". Nous ajoutons que Mariotte, après avoir critiqué le chorobate, ajoute [25]): „On trouvera de ſemblables défauts, à peu près, dans les autres niveaux qui ſont en uſage", et auſſi [26]) que lorſque les lieux „ſont de difficile accès, ce qui empêche de ſe pouvoir ſervir des niveaux ci-deſſus; il faut avoir en chaque lieu un quart de cercle comme ceux avec leſquels les Aſtronomes prennent les hauteurs des Aſtres par le moyen des lunettes d'approche qui ſervent de pinules, etc." Dans la „Meſure de la

[20]) En latin: chorobates.

[21]) Voyez sur Barbaro et Vitruve la note 3 de la p. 54 du T. XVII.

[22]) Nous sommes également d'avis — l'opinion contraire nous paraît même parfaitement insoutenable — que le texte de Vitruve, chez qui la partie principale du chorobate est une „regula longa circiter pedum XX" (Cap. VI du Lib. VIII „De perductionibus & librationibus aquarum, & instrumentis ad hunc usum") n'indique aucunement la forme d'une lettre T.

[23]) P. 542 du T. II de l'édition des „Oeuvres de Mr. Mariotte" de 1717 (Leide, P. vander Aa): „La double équiére dont on se sert ordinairement, semblable à la lettre T, & qui est le même que le Chorobate décrit par Vitruve . . ."

[24]) Même édition, p. 538.

[25]) P. 543.

[26]) P. 555.

Terre" de 1671 de Picard on voit tant le niveau en forme de T (nous en avons parlé à la p. 76) que le quart de cercle muni de deux lunettes.

Nous ignorons si Huygens, dans la partie de la feuille 219—220 du Manuscrit E qui fait défaut (voyez la Pièce IV qui suit) avait cité Vitruve, comme il l'a fait ailleurs (sans le nommer) à propos des roues dentées des horloges provenant peut-être de l'hodomètre romain [27]), ni s'il y avait parlé de Mariotte, de Perrault ou de Picard, ou des niveaux en usage avant ou indépendamment d'eux.

On voit dans les Pièces qui suivent que de 1679 à 1682 Huygens a plusieurs fois modifié son niveau en détail. Il ne nous semble pas nécessaire d'énumérer ici tous ces changements. S'il est un lecteur qui s'intéresse vivement à la forme de la boite ou à la question de savoir si le sirop qui arrêtait le mouvement du poids ballottant était un mélange d'huile d'amandes et de térébenthine, ou bien une seule de ces liqueurs, ou encore de l'huile de lin ou autre chose, il pourra consulter les Pièces elles-mêmes. Nous nous contentons d'observer que la présence de cette liqueur assurait sans doute l'immobilité du plomb mieux que l'eût pu faire l'attouchement avec le doigt dont il était question dans le cas du niveau de Picard. La figure du niveau de Huygens tel qu'il fut d'abord présenté au public se trouve au T. VIII (voyez la Pièce V qui suit); nous aurions pu l'emprunter aux Chartæ astronomicæ d'où nous n'avons tiré ici que la Fig. 22 de la p. 92 également bien dessinée et quelque peu différente. Il n'est sans doute pas dénué d'importance que Huygens rendit son niveau plus léger par l'emploi du fer blanc au lieu du laiton (Pièces V et VII). Le tuyau carré de la lunette (Pièce III) se trouve aussi chez Picard [28]). On voit dans la Pièce V que dans son article de janvier 1680 Huygens a supprimé quelques préceptes; il en était sans doute, alors comme dans tous les temps, pour les niveaux comme pour les horloges et pour les instruments de précision en général: les artisans — les maîtres, peut-on dire — qui

[27]) Voyez la p. 36 du T. XVII. Consultez aussi sur l'intérêt de Huygens pour Vitruve la p. 293 du T. X.

Nous ne parlons pas ici, à propos des horloges, du planétaire d'Archimède conservé à Rome (voyez la note de la p. 174 qui suit) et qu'on ne peut guère se figurer comme dépourvu de roues dentées: nous ignorons jusqu' à quand ce planétaire a subsisté.

[28]) Dans la „Description du Niveau" de Picard, ou de Picard et de la Hire (Chap. II du „Traite du Nivellement").

les construaient y mettaient aussi du leur; il était donc inutile et impossible de les astreindre à copier servilement un modèle [29]).

Ce qui distingue le niveau de Huygens de ceux à lunette d'avant 1680 et explique la vogue dont parle de la Hire, c'est la qualité qu'il relève déjà dans le titre de la Pièce III, ainsi que dans la Piece IV, celle de pouvoir être „rectifié d'une seule station", c. à. d. sans l'aide d'un deuxième observateur se trouvant à une certaine distance [30]).

[29]) Voyez ce qui a été dit plus haut sur Chappotot „Faiseur d'instrumens de Mathematique". A la p. 298 du T. VIII Huygens écrit que les nouvelles inventions — ou du moins une partie d'elles — sont „des deguisements" de la sienne; à la p. 96 du T. IX il dit (sept. 1686) que le niveau de Chappotot „est fort bien inventé".

[30]) On peut consulter dans le „Traité du Nivellement" de Picard et de la Hire les paragraphes du Chap. II intitulés „De la rectification, ou verification du Niveau" et „Autre maniere pour la verification du Niveau". Dans le paragraphe „Maniere de se servir [du] Niveau [de Roemer], & de le rectifier" (même Chap.) il est question „comme [pour] le premier niveau" „de deux nivellemens reciproques, ou bien . . de deux nivellemens faits d'une même station à deux points également éloignés d'un côté, & d'autre".

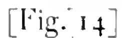
HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, LE NIVEAU.

[1]) C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.

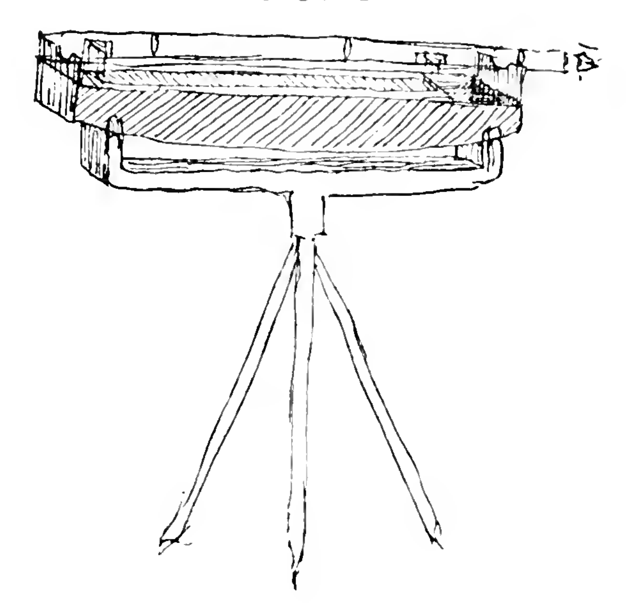
I.

UN NIVEAU DE 1668.

Forme d'un niveau [Fig. 14] d'après une figure du Manuſcrit C [1]).



[Fig. 14]



Nous reproduiſons cette figure pour faire voir que Huygens s'intéreſſait au ſujet déjà bientôt après ſon arrivée à Paris. Nous ignorons ſi la figure repréſente un niveau exiſtant.

[1]) Manuscrit C, p. 249. Une deuxième figure également dépourvue de texte se trouve à la p. 260. Les p. 231, 253 et 261 portent respectivement les dates 25 feb. 1668, Parisijs Majo 1668 et 14 Jul. 1668.

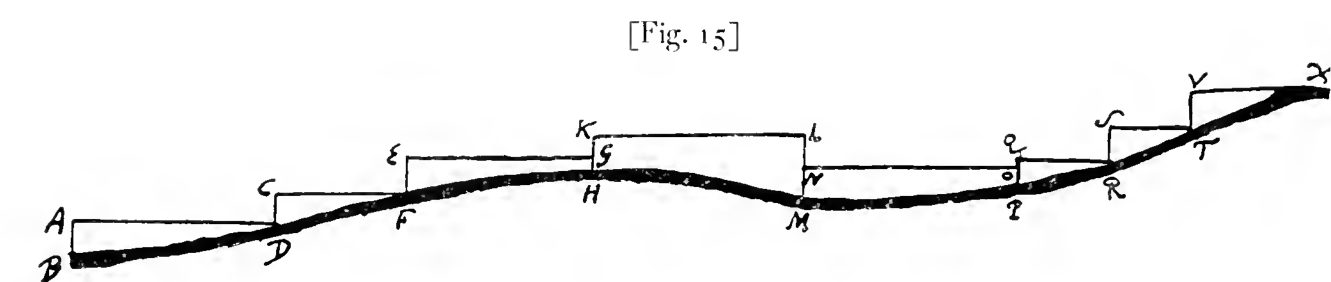
II.

L'OPÉRATION DU NIVELLEMENT.

Août 1679 [1]).

Pour trouver la quantitè du nivellage pour toute forte de terrain adjoutez toutes les hauteurs de l'oeil; et aussi toutes les hauteurs visees. La difference des sommes est la difference des hauteurs du premier et dernier terrain. Et le premier est plus bas si la premiere somme est plus grande que l'autre. Et contra.

[Fig. 15]



AB + CD + EF + KH + NM + QP + SR + VT — GH — LM — OP ∞ B plus bas que X [Fig. 15].

Nous observons que dans sa „Mesure de la Terre" de 1671 (voyez l'Avertissement) Picard disait qu'on évite les erreurs dues à la réfraction qui courbe les rayons visuels — voyez sur les rayons courbés le premier alinéa de la p. 16 qui précède — „en se contentants de stations mediocres". Dans le Chap. 1 de sa „Theorie du Nivellement" telle qu'elle fut publiée par de la Hire, il est dit „que la refraction n'est pas sensible lorsque la distance n'excede pas 1000 toises".

---

[1]) Manuscrit E, p. 204. La date du 14 août (voyez la Pièce III qui suit) se trouve à la p. 202.

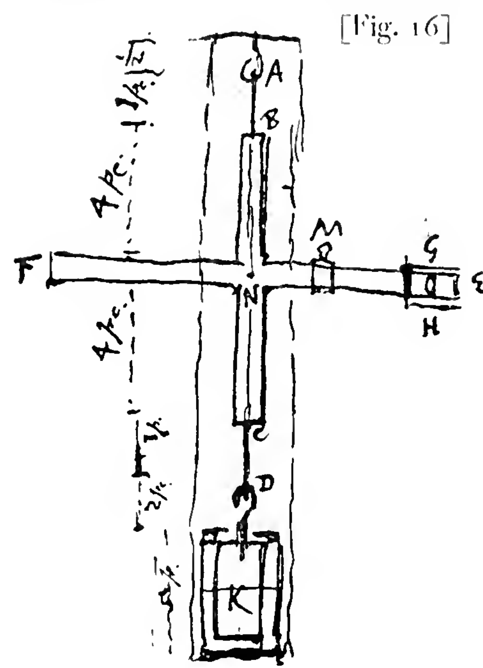
III.

NIVEAU QUE L'ON PEUT RECTIFIER D'UNE SEULE STATION [1]).

Août 1679.

A Paris le 14 Aoust 1679.

FE [Fig. 16] lunette de 2 pieds ayant son tuyau quarrè et de leton. auquel sont attachees les branches plattes BN, NC. d'ou pend le plomb K environnè de terbentine meslee d'huile d'amandes.



filets AB, CD courts. boete avec de la terbentine ou de l'huile.

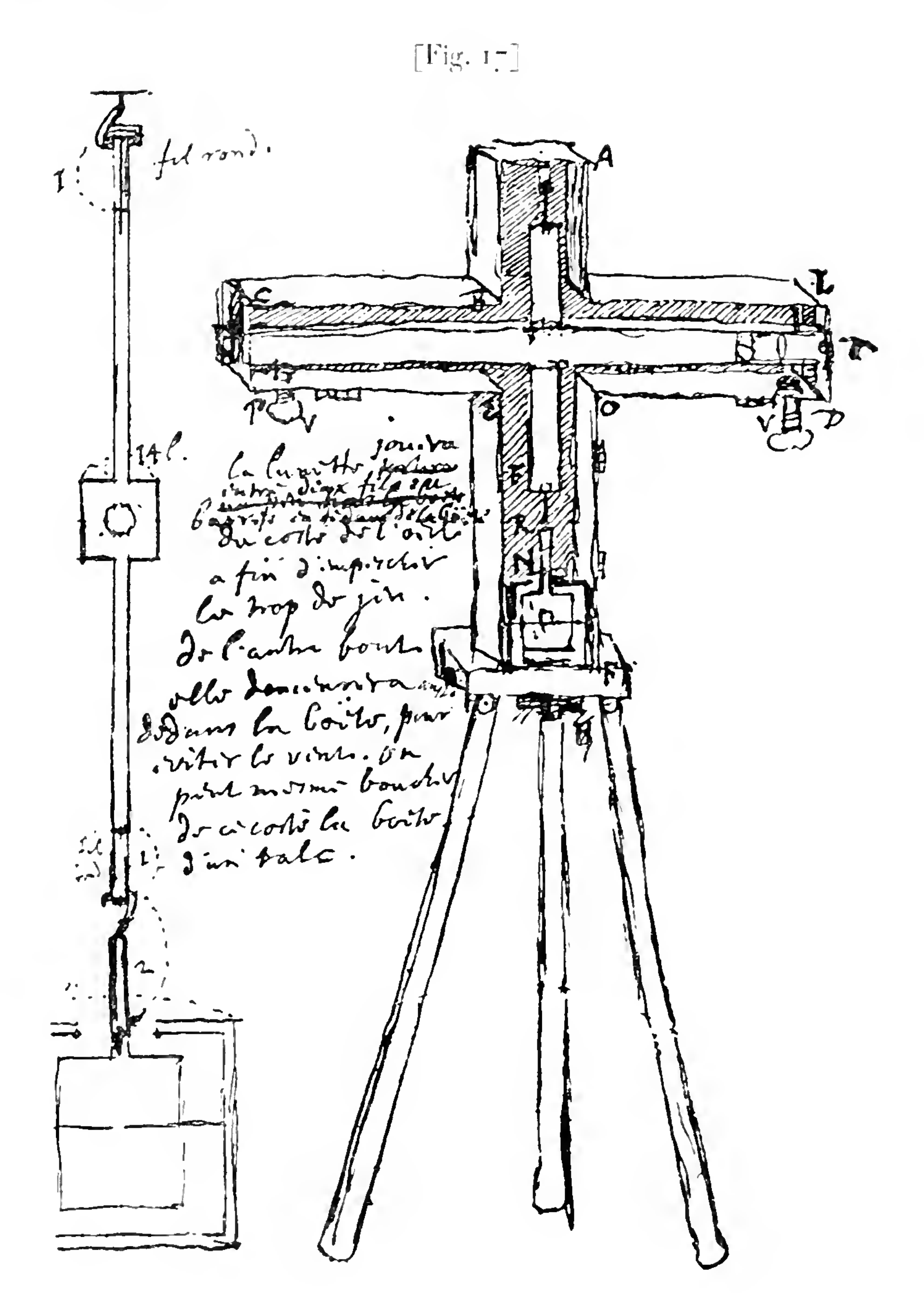
Pour le rectifier. Premierement faire en sorte que les filets AB, CD soient dans la mesme ligne perpendiculaire. Ce qui sera ainsi, si en augmentant le poids K, la lunette EF ne change point de visée. mais si elle vise plus haut ce sera signe que le centre de gravitè de la croix ne sera pas en BNC mais plus vers F, et il faudra pour le faire venir en BNC charger le bras NE, en eloignant d'avantage le poids mobile M de N. ou autrement.

Apres cela pour sçavoir si la lunette vise au niveau il faut renverser la croix de haut en bas, les bouts F et E demeurant ou ils sont, et faire la suspension par le bout du fil D au crochet A, et remettre le crochet du poids D dans le bout du fil A qui sera vers en bas. Car alors si la lunette ne change pas de visée, elle vise au niveau. Mais si elle vise a un objet plus bas qu'auparavant, c'est signe que la lentille GH et le fil à son foier ont estè trop bas

[1]) Manuscrit E. P. 202—204. Comparez sur ce titre la fin de la Pièce IV.

dans la premiere position, et il les y faut hausser un peu. Et contra. — Voyez ce que Huygens dira plus loin sur le petit poids coulant.

[Fig. 17]



Quant le verre F ne feroit pas bien centrè, cela n'importe point du tout.

Mais en hauſſant le verre GH avec le fil qui eſt a ſon foier, il ne faut pas changer le centre de gravitè de toute la croix.

Il pourra ſuffire de hauſſer le fil ſeulement.

Boete en croix [Fig. 17] qui ſe peut ouvrir par le coſtè de la lunette, et refermer par le moyen de deux [corrigé en quatre] portes. Une porte pour ADP mobile ſur PD. une autre pour EF mobile ſur OF. La lunette jouera entre deux fils ou barres en dedans de la boete du coſtè de l'oeil a fin d'empescher le trop de jeu. De l'autre bout elle demeurera auſſi dedans la boete, pour eviter le vent. On peut meſme boucher de ce coſtè la boete d'un talc.

Sur la planchette du pied il y aura un pivot ou cylindre dreſſè perpendiculairement, et dans le fonds de la boete en croix il y aura un trou avec une virole de cuivre dans la quelle le pivot entre juſte, et en ſorte qu'il puiſſe tourner quand on voudra diriger la lunette vers l'object.

Quand le poids ſera levè pour ne balancer plus et pour fermer la boete de cuivre ou il eſt, une goupille paſſant par la queue N le tiendra ferme. Lors en defaiſant le crochet R on hauſſera un peu la croix par la queue F, et avec les 2 vis V on la ſerrera contre la planche CL, afin d'eſtre ainſi arreſtée en transportant le niveau.

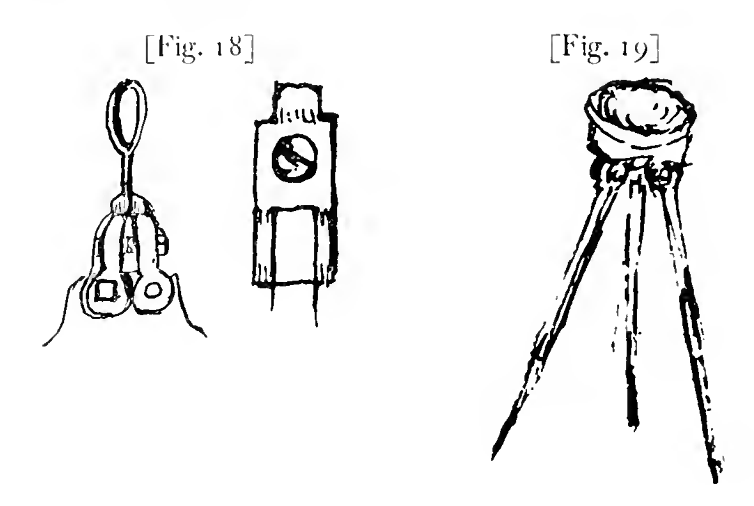
Afin que le tuyau quarrè de la lunette ſouffre mieux la preſſion de ces vis V, il faut que les placques de deſſus et de deſſous couvrent celles qui ſont ſur le champ.

Pour faire la boete mettre deux planchettes en croix, chacune eſtant diminuée, dans l'endroit de la jointure, de la moitiè de ſon epeſſeur. 4 portes de la boete.

5 Nov. 1679. L'on peut ſe ſervir de ce niveau ſans contrepoids, eſtant enfermè dans la boete, parce qu'il s'arreſte aſſez toſt. Il faut l'avoir rectifiè premierement par le moyen du contrepoids. Remarque intercalée plus tard comme la date l'indique.

En viſant premierement ſans contrepoids, et puis l'adjoutant; alors s'il viſe au meſme point qu'auparavant, l'on eſt ſeur que le centre de gravitè du niveau eſt dans la ligne droite qui joint les deux points de ſuſpenſion. Si non il faut le reduire a cela par le moyen d'un petit poids coulant qu'on ſerre ſur la lunette par tout ou l'on veut. Et on le fait avancer vers l'objectif ſi la lunette viſe plus bas apres y avoir attachè le contrepoids d'enbas. Et au contraire reculer vers l'oculaire, ſi elle viſe plus haut. Ayant fait cette premiere preparation, il faut voir en tournant la lunette le deſſus desſous ſi elle viſe au meſme point, a quoy on la reduira par le moien du fil qui eſt au diaphragme derriere l'oculaire, en hauſſant tant ſoit peu ce fil, quand la lunette viſe plus haut qu'auparavant, ou en le baiſſant quand elle viſe plus bas.

Si l'on veut ſe ſervir du contrepoids pendu au niveau, et trempè dans de l'huile pour faire arreſter plus viſte, il faut que la lunette ſoit la plus legere qu'il ſe peut, ſans manquer pourtant de force ſuffiſante.



[Fig. 18] [Fig. 19]

Pour la legeretè et la force de la lunette on y peut mettre des anneaux de fer en dedans, qui pourroient ſervir en meſme temps de diaphragmes. Pinces au haut et au bas des branches de la croix pour ſerrer les lacets de ruban [Fig. 18]. Ecuelle creuſe ſpherique de 4 pouces de diametre avec 3 pieds en triangle attachez au meſme bois de l'ecuelle [Fig. 19].

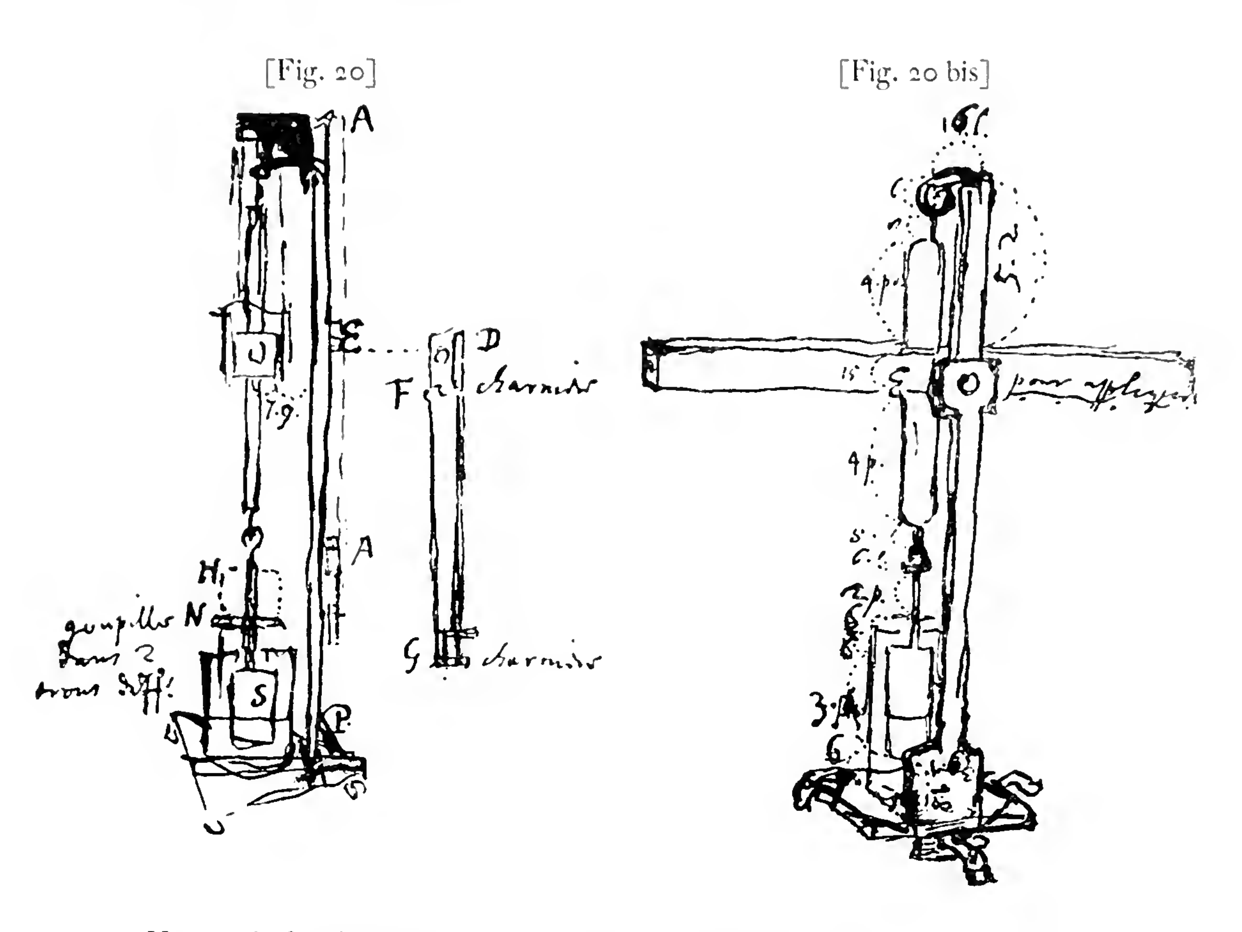
Si la lunette baiſſe d'un degrè de plus qu'elle ne feroit ſi le centre de gravitè eſtoit dans la ligne des ſuſpenſions; alors en attachant par en bas un poids egal a la peſanteur de la croix, la lunette ſe relevera de $\frac{2}{3}$ de degrè fort pres. Et ſi le poids eſt double, elle relevera de $\frac{4}{5}$ de degrè. Et ſi le poids eſt triple elle relevera de $\frac{6}{7}$ de degrè. Voyez ſur ces calculs la Pièce VIII qui suit.

Manuſcrit E, p. 209. Niveau. fol. 6 retro. ſuſpendu ſans boete.

La goupille N [Fig. 20 et 20 bis] eſtant miſe dans le trou le plus bas des deux, tiendra le poids S ſerrè contre le haut de la boete, qui par ce moyen ſera en meſme temps ſermee. Et la meſme goupille eſtant miſe dans le trou plus haut, ſervira a porter le poids H, quand on veut verifier le niveau.

Ce bras DG de la fourchette ſera attachè a la verge AP en E. Et pour s'en ſervir on tirera le bout G à ſoy, juſqu'a ce que ce bras ſoit horizontal. puis on le pliera par

la charnière F pour mener la fourchette ou il faut qu'elle tiene la lunette. Et l'on depliera la fourchette en la mettant à angles droits fur fon bras par le moyen de la charniere G. Et cette fourchette eftant un peu large, on la rendra plus eftroite en la tournant autrement qu'a angles droits fur fon bras.

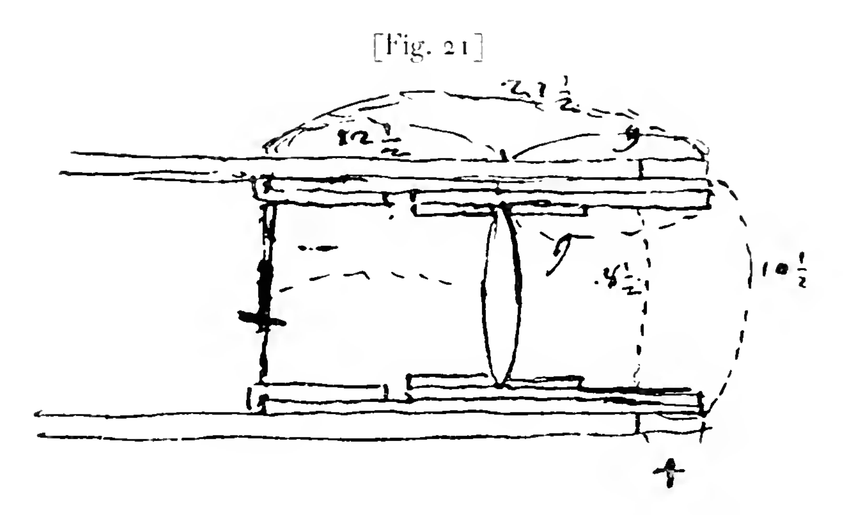


[Fig. 20] [Fig. 20 bis]

Une virole fous la plaque pour la pouvoir mettre fur un pied à la campagne. — La virole a déjà été mentionnée plus haut. — Trois pieds. Une vis au pied de derriere pour dreffer la machine.

Feuille collée dans le Manufcrit E entre les p. 210 et 211, et p. 211. Différentes figures de lentilles fimples ou doubles pouvant être placées à l'une des extrémités de la lunette du niveau. Nous n'en reproduifons qu'une [Fig. 21]. A la p. 217 du Manufcrit (partie biffée, voyez la note 4 de la p. 92) Huygens parle d'un tuyau court qui entre dans la lunette du coſtè de l'oeil. et

[Fig. 21]



enferme un autre petit tuyau qui porte le verre oculaire. Comparez les l. 10—11 de la p. 277 du notre T. VIII. Voyez auffi fur les lunettes à quatre lentilles les p. LI, LXXXVIII, LXXXIX. 469 et 774 du T. XIII, où il eft également queftion (p. 774) du „telefcope de 3 [lentilles] qui redreffe".

IV.

AUTRES CONSIDÉRATIONS SUR LE NIVEAU DE 1679.

Manufcrit E, p. 212. Le mefme avantage qu'on a trouvè en appliquant les lunettes d'approche aux inftruments qui fervent a obferver les aftres, on l'a auffi trouvè en les appliquant aux niveaux, et l'on l'a fait en differentes manieres qui ont eftè defia donnees au public. Mais il n'y a point eu jufqu'icy, ou l'on puft rectifier la machine d'une feule ftation et s'affurer a chaque fois d'avoir bien operè, fans eftrè obligè de faire des obfervations reciproques en regardant de la feconde ftation le point ou la marque qu'on a laissè a la premiere. C'eft pourquoy ayant trouvè une maniere nouvelle d'appliquer ces lunettes au niveau, qui outre qu'elle eft fimple, commode et de la derniere jufteffe contient encore la perfection que je viens de dire qui manquoit aux autres, je crois qu'on fera bien aife d'en voir la defcription que voicy.

AB eft une lunette d'approche .... etc.

Cet alinéa de la p. 212 et les fix pages fuivantes du Manufcrit ont évidemment fervi à préparer l'article de janvier 1680 du Journal des Sçavans (Piéce V qui fuit); et auffi fans doute la communication orale (poftérieure au 18 novembre 1679) de Huygens à l'Académie (même Pièce).

Le texte s'accorde fouvent affez exactement avec l'article imprimé [1]).

En voici les derniers alinéas auxquels rien ne correfpond dans l'article:

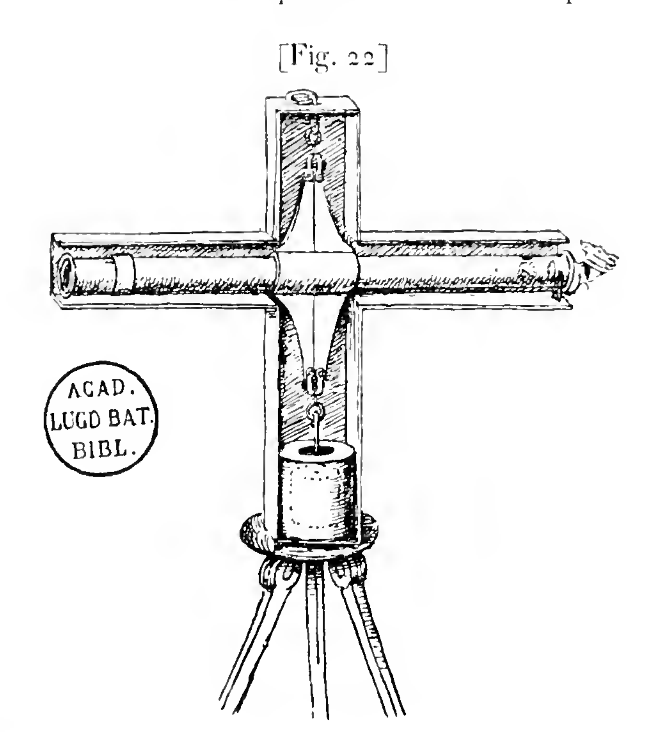
J'ay expliquè fi particulierement cette maniere de faire mouvoir le fil [l'explication qui précéde eft d'ailleurs partiellement biffée; c'eft pourquoi nous n'en reproduifons qu'une petite partie (note 4)] parce qu'elle reuffit fort bien et que l'on ne l'a pas encore pratiquée de la forte ni aux niveau [sic] ni aux lunettes d'approche qui fervent a prendre les diametres apparents des planetes [2]). C'eftoit pour ce dernier ufage que je m'avifay,

[1]) C'eft évidemment par l'effet d'une faute de transcription ou d'impression que l'article tel que nous l'avons publié dans le T. VIII parle (p. 265, l. 17 d'en bas) de retourner la lunette „sans dessous": conformément au texte du Manuscrit E le Journal des Sçavans a „sans [sic] dessus dessous".

[2]) Allusion au „Traité du Micrométre ou maniére exacte pour prendre le diametre des planetes et la distance entre les petites étoiles" de 1667 d'Auzout, cité à la p. 18 qui précéde et sur lequel on peut consulter aussi la note 7 de la p. 198 du T. V corrigée dans la note 11 de la p. 63 du T. VI.

le premier comme je crois [3]), de mettre ce diaphragme [4]) dans les lunettes, et d'y tendre des petites bandes de leton, comme je l'ay descrit dans le traitè des Phenomenes de Saturne [5]), car l'on n'avoit pas auparavant que je sçache cette ouverture circulaire aux lunettes de 2 ou plusieurs verres convexes, qui termine si bien le champ qu'on voit d'une vüe. Ni on ne se servoit pas de verres au lieu de pinnules [6]) aux instru-

[Fig. 22]



[3]) C'est ce que Huygens dit aussi, sans doute en 1692 ou plus tard, à la p. 774 du T. XIII. Nous n'avons pas à nous occuper ici d'autres constructeurs de micromètres du 17ième siècle sur lesquels on peut consulter p.e. J. A. Repsold „Zur Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge von 1450—1830" et la note 2 de la p. 836 de notre T. XIII.

[4]) Dans la partie biffée de la p. 217 du Manuscrit E Huygens parle du chassis qui porte le fil de ver à soye attachè avec de la cire [d'après Horrebow et Delambre qui le cite (T. II, p. 695) Roemer se servait aussi dans ses réticules de „fils de soie collés avec de la cire"]. Le chassis se peut mouvoir de haut en bas dans la coulisse qui enferme ses costez, et il a un petit morceau de leton attachè qui s'eleve à angles droits, ou est un escrou pour la vis, dont le col rond passe dans un pareil morceau elevè sur la plaque du diaphragme.

[5]) Voyez les p. 18—19 qui précèdent.

[6]) Voyez la p. 17 qui précède avec la note 37.

ments d'aſtronomie avec des fils tendus a travers le diaphragme, dont l'utilitè eſt ſi fort reconnue à preſent.

Il faut prendre garde en mettant ce fil dans noſtre lunette qui ſert de niveau, qu'il ne puiſſe point varier de hauteur parce que la moindre alteration en cela ſe fait ſentir dans l'obſervation.

La partie ſupérieure de la f. 219—220 du Manuſcrit E fait défaut. Il y était queſtion, d'après le texte conſervé, de [differents] inſtruments pour prendre le niveau [agencés de] differentes manieres qui ont deſia eſtè donnees au public. Huygens ajoute (comparez le début de la préſente Pièce): Mais il n'y en a point eu juſqu'icy qui euſt cette qualitè, qui m'a tousjours ſemblè ſi neceſſaire a ces inſtrumens, ſcavoir de les adjuſter et verifier d'une ſeule ſtation et de ſ'aſſurer ſi l'on veut à chaque operation d'avoir bien operè.

Au lieu de la figure tronquée vers le haut de la p. 220 nous reproduiſons celle abſolument ſemblable (ſeul, le trépied y a été ajouté), de la f. 160 des Chartæ aſtronomicæ [Fig. 22].

V.

NOUVELLE INVENTION D'UN NIVEAU À LUNETTE QUI PORTE SA PREUVE AVEC SOY, & QUE L'ON VERIFIE & RECTIFIE D'UN SEUL ENDROIT, PAR Mr. HUGENS DE L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES.

C'eſt l'article du Journal des Sçavans du Lundy 29. Janvier MDCLXXX que nous avons reproduit comme N° 2212 de la Correſpondance aux p. 263 et ſuiv. de notre T. VIII.

La p. 2 du T. IX (1676—1683) des Regiſtres de l'Académie des Sciences dit: „Le Samedy 18 de Novembre 1679, la Compagnie eſtant aſſemblée, Mr. Hugens a apporté un niueau de ſon inuention, il en donnera la deſcription au premier jour". L'article du Journal des Sçavans ſe trouve dans le même Tome aux p. 35 et ſuiv. La p. 33 porte la date du 30 mars.

Les Chartæ aſtronomicæ contiennent elles auſſi (voyez la Pièce IV qui précède) un manuſcrit de l'article de janvier 1680 du Journal des Sçavans ou plutôt de la Pièce correſpondante des Regiſtres: en effet, une main autre que celle de Huygens a inſcrit la date „du 30 de Mars 1680" ſur la feuille des Chartæ en y ajoutant le mot „bon".

Les différences entre cette feuille — où la main étrangère a parfois tranſpoſé quelques mots ou remplacé un mot par un autre — et l'article de janvier ſont en général inſignifiantes. C'eſt pourquoi nous n'en indiquons que quelques-unes. Au lieu de „comme l'on verra par la demonſtration" (notre T. VIII, p. 265, l. 12 d'en bas) la feuille des Chartæ a: dont la raiſon eſt aſſez aiſée a comprendre. Au moment de la rédaction de la feuille il n'était donc pas encore queſtion de la compoſition d'un deuxième article (celui du Journal des Sçavans de février 1680. Pièce VIII qui ſuit). Au lieu de: „Mais on peut aiſément l'aſſurer davantage, ſi l'on veut, en faiſant un trou au milieu de la plaque creuſe" (T. VIII, p. 266, l. 9—10) la feuille a: Mais on peut aiſement l'aſſurer encore d'avantage, ſi l'on veut, en attachant un bout de corde contre le milieu du fond de la boete, et le faiſant paſſer par un trou d'un pouce, que l'on fera dans le milieu de la placque creuſe: à la quelle tiendra par deſſous un reſſort pour y attacher cette corde. Ce qui n'empeſchera pas qu'on ne puiſſe remuer et tourner la croix de bois ſuivant le beſoin. Ces détails ont donc été omis à deſſein. L'avant-dernier alinéa de la p. 266 du T. VIII ſe termine par les mots: „par le moyen d'une virole à escroüe S". La feuille ajoutait: qui a deux branches que l'on fait descendre et preſſer contre le deſſus du couvercle en tournant la virole, la queue du plomb eſtant a vis.

Huygens a apporté après coup quelques corrections à la feuille. C'eſt ainſi qu'au début, où il eſt dit dans l'article: „Son tuyau eſt de leton ou autre metail" il a ajouté fer blanc après „leton"; et qu'après les mots „de forme cylindrique" il a écrit: et d'autant meilleur qu'il eſt plus leger. — Voyez ſur la queſtion de la légèreté la p. 78 qui précède, ſur la conſtruction en ſer blanc la Pièce VII qui ſuit.

Les Chartæ aſtronomicæ contiennent de plus — outre quelques autres feuilles — un brouillon plein de ratures de ce manuſcrit ou, ſi l'on veut, de l'article de janvier 1680; c'eſt ſans doute la forme la plus ancienne de l'article. Nous en tirons le dernier alinéa de la Pièce VI.

VI.

À PROPOS DU NIVEAU DE CASSINI MONTRÉ PAR LUI A L'ACADÉMIE EN NOVEMBRE 1679.

T. IX des Regiſtres, p. 2: „Le Samedy 25 de Novembre [c. à. d. une ſemaine après Huygens] Mr. Caſſini a fait voir un niueau de ſon inuention que l'on a examiné. Il a commencé à lire un diſcours pour meſurer exactement la diſtance".

Dans le premier brouillon de ſon article de janvier 1680 (voyez la fin de la Pièce V qui précède) Huygens parle comme ſuit à propos de ce niveau de Caſſini (paſſage omis dans l'article lui-même; il n'y a pas de diviſions ſur le tuyau de la lunette telle que Huygens la fit conſtruire et elle ne ſert pas à determiner les diſtances): . . . Et les diviſions faites ſur le tuyau de la lunette les quelles on peut trouuer par experience ou bien par calcul marqueront le nombre des pieds ou toiſes de la diſtance requiſe. Mr. Caſſini a deſia pratiqué cette meſme methode ou peu differente avec des niveaux à lunette de ſon invention. Etc. — Il était ſans doute queſtion de meſurer les diſtances par de petits déplacements, dans le ſens de l'axe de la lunette et à l'intérieur d'elle, de ce que Molyneux dans ſon Optique de 1692 — ſe propoſant „to meaſure the diſtance of an object at one ſtation by a teleſcope" — appellera „a ſlender needle". Voyez ſur ce ſujet les dernieres pages (p. 843 et 844) de notre T. XIII, où Huygens attribue une méthode de ce genre à Auzout et mentionne auſſi une démonſtration de Picard qui s'y rapporte.

VII.

BROUILLON DE LA DÉMONSTRATION DE LA JUSTESSE DU NIVEAU, ETC.

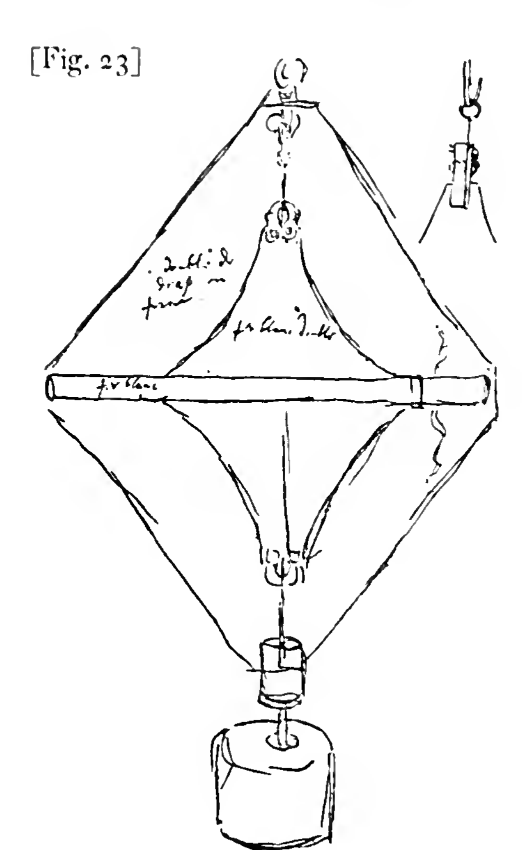
Janvier et mai 1680 [1]).

La p. 223 du Manuscrit E qui débute par les mots La parfaite justesse qu'acquiert ce niveau pour la rectification se demonstre ainsi contient une partie du brouillon de la publication de février 1680: „Démonstration de la justesse du niveau etc." [2]); le reste du brouillon se trouvait sans doute sur une feuille séparée.

A la p. 240 [1]) on trouve une figure du niveau [Fig. 23] où se lisent e.a. les mots fer blanc, fer blanc double. [3]) Comparez la Pièce V qui précède et la lettre du 25 septembre 1680 de Huygens à son frère Lodewijk [4]) où il écrit: Je fais maintenant faire ces niveaux de fer blanc au lieu de leton et ils en sont mieux pour la legeretè et ne coutent pas le quart de ce qu'ils faisoient. L'on en a desia fait bon nombre.

Picard s'était parfois servi de fer blanc [5]), mais cet alliage n'est pas mentionné dans le cas de son niveau en forme de T [6]).

[Fig. 23]



[1]) La p. 221 du Manuscrit E porte la date du 11 janvier 1680. À la p. 239 se trouve celle du 11 mai de la même année.

[2]) Pièce VIII qui suit.

[3]) Et ailleurs: doublè de drap ou frisè.

[4]) T. VIII, p. 298.

[5]) „Mesure de la Terre", p. 12 de l'édition de 1729 dans les Mémoires de l'Académie: „SS est un canon de fer blanc [il est question d'une lunette adaptée à un quart de cercle]".

[6]) Dans la description du niveau (voyez l'Avertissement) de la Hire ne parle que de „quelque matiere solide, & ferme, comme fer ou leton".

VIII.

DEMONSTRATION DE LA JUSTESSE DU NIVEAU DONT IL A ESTE PARLÉ DANS LE II. IOURNAL.

C'eſt l'article du Journal des Sçavans du Lundy 26 Fevrier MDCLXXX que nous avons reproduit comme N° 2216 de la Correſpondance aux p. 273 et ſuiv. de notre T. VIII.

Cet article ſe trouve dans le T. IX des Regiſtres de l'Académie aux p. 40 et ſuiv. [1]).

Les Chartæ aſtronomicæ contiennent elles auſſi (comparez la Pièce V qui précède) un manuſcrit de l'article de février du Journal des Sçavans ou, ſi l'on veut, de la Pièce correſpondante des Regiſtres. Après le deuxième alinéa de la p. 275 de notre T. VIII ſe terminant par les mots: „la premiere preparation du Niveau plus aiſée", la feuille des Chartæ ajoute un paſſage biffé. Huygens avait noté en marge: s'il eſt beſoin tout cecy pourroit eſtre omis, mais il biffa cette note et la remplaça par la remarque: il faudra retenir cecy dans la nouvelle edition. Voyez ſur le projet d'une nouvelle édition la note 1 de la p. X de notre T. XIII. Voici le paſſage en queſtion:

Au reſte il eſt aiſè de voir que tant que le poids en I ſera plus peſant a proportion de la croix, l'angle ECK [figure de la p. 274 de notre T. VIII] fera auſſi une plus grande partie de l'angle ECI, et tant mieux par conſequent l'on decouvrira quand le centre de gravitè de la croix eſt hors de la ligne CI, ou il doit eſtre reduit.

Que ſi l'on partage en deux ce poids egal a celuy de la croix, comme il a eſtè dit dans la deſcription, et pour la raiſon qu'on y peut voir, ſuſpendant $\frac{1}{4}$ du dedans de la boete qui contient l'huile et attachant les autres $\frac{3}{4}$ a la queue, qui ſort hors de la boëte, alors l'angle dont ces $\frac{3}{4}$ font hauſſer ou baiſſer la lunette plus qu'elle ne hauſſoit ou baiſſoit avec le premier quart, fait la moitiè de l'angle entier qui eſt requis pour ſaire venir le centre de gravitè de la croix dans la ligne des ſuſpenſions. de ſorte que par la tranſpoſition du petit poids P [figure déjà nommée de la p. 274 du T. VIII], il faut encore ſaire hauſſer ou baiſſer la lunette autant qu'elle hauſſoit ou baiſſoit deſià. Et travaillant par apres avec le niveau, adjuſtè de cette maniere, le plus ſeur eſt d'y attacher toutes les deux parties du poids.

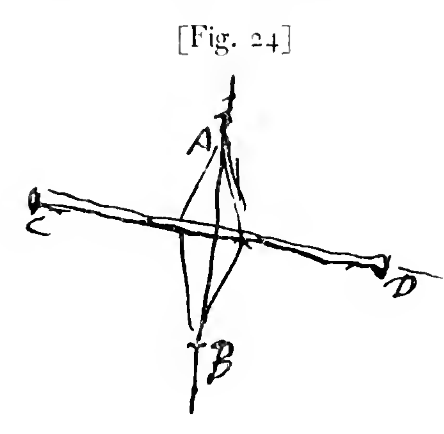
[1]) De même que l'article de janvier 1680 du Journal des Sçavans avait été reproduit dans le même Tome des Registres aux p. 35 et suiv. comme nous l'avons dit dans la Pièce V.

IX [1].

AUTRE COMMENCEMENT DE LA DEMONSTRATION.

Il eſt clair que autant que le niveau baiſſe au deſſous de la ligne horizontale eſtant ſuſpendu par le point A [Fig. 24], autant hauſſe-t-il au deſſus de la meſme horizontale eſtant ſuſpendu par le point B, ſi la meſme ligne AB eſt *la ligne de direction* — en marge: je ne ſçay ſi je me ſuis ſervi de ce nom [2]) — vers le centre de la terre dans l'une et l'autre ſuſpenſion, ſcavoir quand le bout de l'objectif demeure tousjours tournè du meſme coſtè.

[Fig. 24]

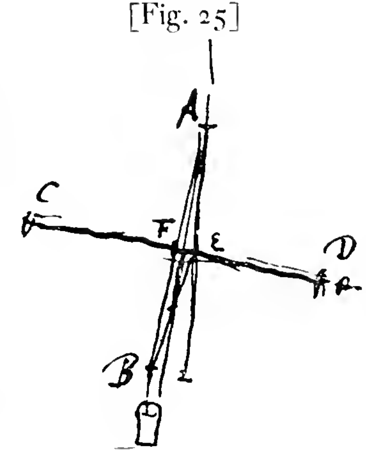


Mais la ligne AB ſera dans les deux ſuſpenſions la ligne de direction ſi le centre de gravitè de la lunette ſe rencontre dans cette ligne puis que la ligne de direction doit paſſer par le centre de gravitè du corps ſuſpendu.

Partant ſi l'on trouve alors que dans les 2 ſuſpenſions le fil ou viſiere du niveau donne au meſme point de quelque object, l'on ſera aſſurè que ce point eſt dans le plan horizontal de la lunette.

Or par la premiere rectification on fait en ſorte que le centre de gravitè de la lunette ſoit dans la ligne AB. Car quand cela n'eſt point et que ce centre de gravitè par exemple ſe trouve hors de la ligne AB en E [Fig. 25], et que par conſequent la ligne de direction eſt AE, il arrive neceſſairement qu'en adjoutant du poids en B le bout de la lunette D doit hauſſer, parce qu'on adjoute du poids d'un coſtè de la ligne AE, et rien de l'autre.

[Fig. 25]



Mais ſi le centre de gravitè de la lunette ſe trouve dans la ligne AB comme en F, et que par conſequent

[1]) Chartæ aſtronomicæ, f. 240 r.

[2]) Huygens s'était en effet servi de ce terme: voyez la l. 17 de la p. 274 de notre T. VIII.

la ligne AB tende au centre de la terre, alors en adjoutant du poids en B, il eſt manifeſte que la ſituation de la lunette et de toute la croix doit demeurer immobile. De ſorte que c'eſt une marque certaine, ſi apres avoir adjoutè le poids en B l'on s'apperçoit que la lunette ne viſe plus au meſme point qu'auparavant, il faut que ſon centre de gravitè ne ſoit point dans la ligne AB qui joint les points de ſuſpenſion. Et ſi elle hauſſe c'eſt ſigne que ce centre de gravitè eſt trop vers l'objectif, comme icy en E, et alors on retire vers l'oeil l'anneau qui coule ſur la lunette, pour faire que le centre de gravitè ſe range au point F (autre leçon : recule vers le point F). Et quand la lunette baiſſe apres l'appoſition du poids en B on pouſſe par la meſme raiſon l'anneau coulant un peu vers le verre objectif.

Et afin qu'on ne doute point [3]) &c. quæ ibi ſequuntur.

[3]) Début de la partie de la „Demonstration de la justesse du Niveau" qui commence au dernier alinéa de la p. 274 du T. VIII.

APPENDICE I [1])

À HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, LE NIVEAU.

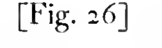
1682.

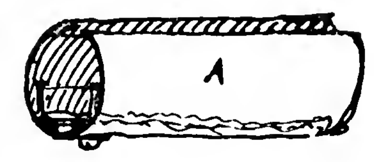
POUR CONSTRUIRE MON NIVEAU A LUNETTE QUI EST DANS LE JOURNAL DES SCAVANTS, PLUS SIMPLEMENT, A MEILLEUR MARCHÈ, ET MOINS SUJECT A ESTRE ESBRANSLÈ PAR LE VENT.

8 fevrier 1682.

C'eſt pour ſon frère Lodewijk, le „Droſſart" ou „Grand Bailly de Gorcum et du païs d'Arckel", que Huygens corrigea le niveau de cette maniere [2]). Lodewijk pouvait s'en ſervir „a la viſite des digues".

Il ne faut qu'un tuyau de lunette de fer blanc, par tout de meſme groſſeur, et y faire tenir le verre objectif et le convexe oculaire a l'accouſtumée. Sinon que l'oculaire doit eſtre aſſez pres du bout a fin que l'oeil ne touche pas a la lunette quand il eſt au foier de l'oculaire. Et pour le petit tuyau en dedans A [Fig. 26] qui porte le filet qui ſert de viſiere, il faut le faire ouvert par en haut dans toute ſa longueur, parce que de cette façon il eſt aiſè de le faire gliſſer doucement dans la lunette, et parce qu'on y attachera encore commodement le reſſort qui porte le fil, et la petite piece de cuivre ou entre la vis a teſte platte, pour hauſſer et baiſſer le filet. Le petit tuyau coulant B [Fig. 27] qui eſt par deſſus le tuyau de la lunette,


[Fig. 26]



---

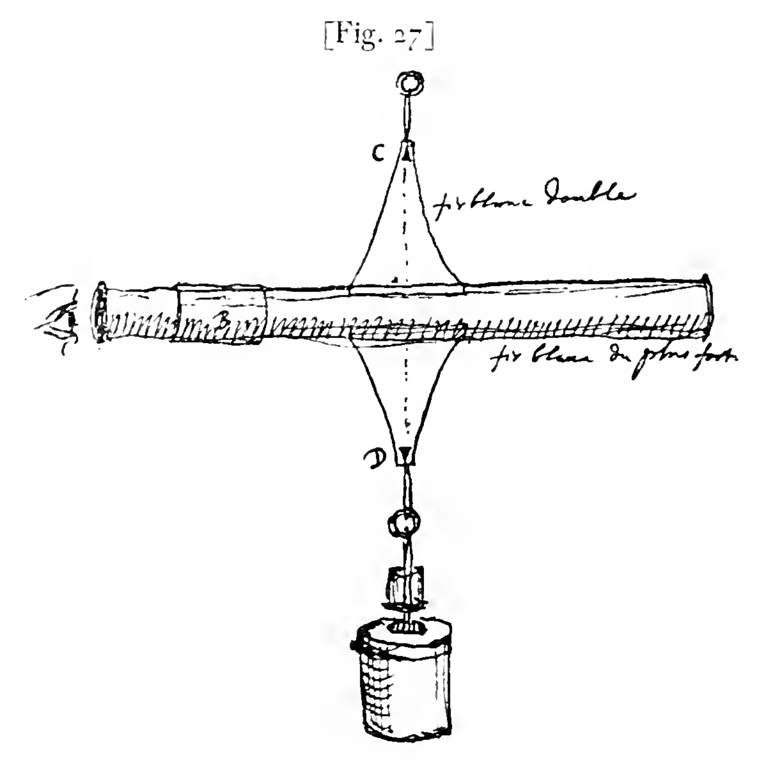
[1]) Nous publions la présente Pièce comme Appendice puisque Huygens quitta Paris en 1681 et qu'elle ne fait donc plus partie de ses travaux à l'Académie. La Pièce eſt empruntée aux p. 101—102 du Manuscrit F. Les p. 236—238 du même Manuscrit, datant de 1686, contiennent encore plusieurs figures du niveau corrigé ultérieurement. Mais Huygens biffa le texte qui occupe la p. 237 en observant en marge que Tout ne vaut rien pour une raison qu'il indique.

En décembre 1686 Huygens nota auſſi ſur quelques remarques „a adjouter a la fin de la demonſtration du niveau" (Chartæ aſtronomicæ, f. 157 et 175): Je ne vois pas qu'il en ſoit beſoin. C'eſt pourquoi nous ne les reproduiſons pas.

doit aussi estre fendu dans sa longueur pour glisser uniment. Aux pointes C et D il ne faut que des trous triangulaires, dont l'angle vers l'extremitè soit bien pointu. On y passera un fil double de soye qui passe aussi par le petit anneau de suspension.

Le tuyau doit estre noirci en dedans avec de la fumée de poix ou d'une torche allumée.

[Fig. 27]



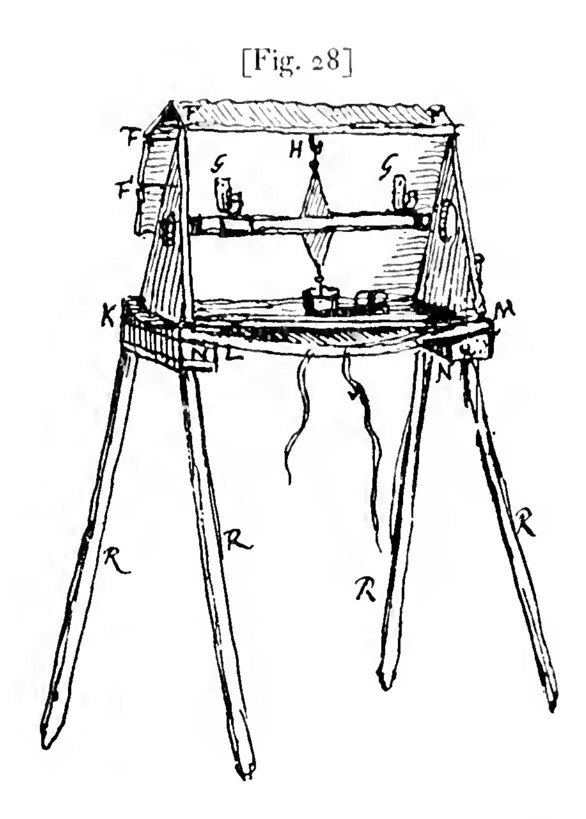
On lit dans la figure: fer blanc double. fer blanc du plus fort.

Pour la boite [sic], au lieu de la croix il ne faut que la faire en forme de prisme triangulaire; qui soit un peu plus longue que la lunette, et assez haute pour contenir la lunette suspendue avec son plomb et la boete ou est le syrop [Fig. 28]. L'un des costez de cette boete sera fermée d'un couvercle brisè FF, fait de plusieurs planchettes collees ou clouees à une toile; ce qui sera moins embarassant que si c'estoit une planche entiere. Dans cette boete il y a au haut simplement un crochet H pour y suspendre la lunette. Et un peu plus bas il y a deux autres crochets GG pour y pou-

²) T. VIII, p. 390, lettre du 13 septembre 1682. Voyez aussi la lettre de 1680 à la p. 276 du même Tome.

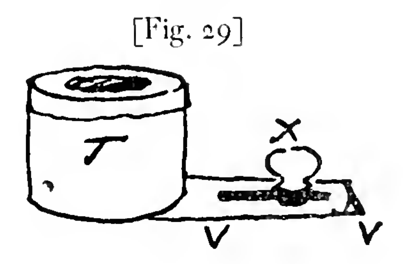
voir mettre la lunette quand on tranſporte la boete. leſquels crochets ſeront faits en ſorte qu'ils faſſent un peu reſſort pour ſerrer la lunette et la tenir ferme. Le pied ſera fait d'une planche KLM un peu plus longue et plus large que la boete et un peu creuſee tant dans ſa longueur que dans ſa largeur; ce qui ſervira a dreſſer la boete en tout ſens.

[Fig. 28]



Il y aura aux deux bouts de la planche des morceaux NN aſſez eſpais ou il y aura des trous pour ij enfoncer les pieds RR qu'il faut aſſez eſcarter pour tenir la machine ferme. Ce pied et la boete feront beaucoup plus fermes que comme ils eſtoient dans l'anciene deſcription, ce qui eſt de grande importance.

[Fig. 29]



La boete du ſirop T [Fig. 29] aura une platine de fer blanc attachée au fond, qui ait une fente, par la quelle paſſera une vis a teſte large. la quelle eſtant ſerrée attachera cette boete au fond de la boete de bois. Et elle pourra par ce moyen eſtre facilement ajuſtée directement ſous le milieu de la lunette.

Il faut faire la boete T avec un couvercle que l'on puiſſe oſter. Elle n'a que faire d'eſtre pleine de ſirop mais ſeulement juſqu'a la moitiè. Cela fera et l'eſpeſſeur du ſirop qu'il n'y aura point de danger qu'il en verſe.

La boete triangulaire de bois aura une anſe de ruban au haut par ou l'on puiſſe la porter.

Il y aura auſſi un ruban attachè au bas de la planche du pied, ſur la quelle en faiſant voiage l'on attachera les 3 pieds RRR [ou les 4 pieds] tirez hors de leur trous. Ainſi il n'y aura que deux pieces a porter, la boete triangulaire et le pied.

Dans le trou de la boete de bois, du coſtè de l'oeil il ne ſera pas neceſſaire peut eſtre de mettre une fourchette pour empeſcher le mouvement de la lunette; parce qu'on pourra ouvrir ce trou en long de la largeur qu'il faut, pour cet effect.

L'uſage et la demonſtration de ce niveau ſe voient dans ledit Journal des Scavants de l'an 1680 comme je crois [3]).

[3]) Pièces V et VIII qui précèdent.

APPENDICE II

À HUYGENS À L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, LE NIVEAU. LE NIVEAU DE 1661 DE THEVENOT.

[1692] [1]).

Il a été queſtion de ce niveau, mentionné par Auzout, à la p. 32 qui précède [2]). Aujourd'hui la „libella" de Thevenot eſt fréquemment employée, en connexion avec une lunette, dans les niveaux ou appareils ſervant au nivellement. Huygens et ſes contemporains ne s'en ſervaient apparemment que pour obtenir ou contrôler la poſition horizontale d'un plan [3]).

Ayant été amené par une de ſes conſtructions pratiques de la „tractoria [tractrice] ou quadratrice de l'hyperbole" à poſtuler un plan exactement horizontal — voyez ſur ce ſujet les notes des p. 410—412 de notre T. X —, Huygens propoſe d'abord un quadrum lapideum repoſant ſur trois vis qu'on amène à être perpendiculaire à un fil à plomb, mais enſuite il dit longum nimis eſſet hac libella uti, et ſufficit imò melior eſt Thevenotiana [4]) quæ tubulo vitreo aqua

---

[1]) La Pièce qui ſuit eſt empruntée aux p. 128—130 du Manuscrit H. Les p. 117 et 155 portent respectivement les dates du 29 Oct. et du 18 Dec. 1692.

[2]) Thevenot décrivit son niveau pour la première fois dans une lettre à Viviani du 15 novembre 1661, et aussi dans une lettre à Huygens probablement antérieure (voyez la p. 407 de notre T. III, ainsi que les p. 18—19 de notre T. IV); ensuite dans un ouvrage anonyme publié en 1666 à Paris sous le titre: „Machine nouvelle pour la conduite des eaux, pour les bâtimens, pour la navigation et pour la plupart des autres arts".

[3]) Le père Constantyn mentionne un niveau à goutte de mercure à propos de son billard (T. VIII, p. 258—259). Christiaan H., lui, se sert le plus souvent d'une bille pour contrôler la position horizontale d'un plan, évidemment dans les cas où la bille peut facilement rouler sur le plan considéré: voyez p. e. la Fig. 36 à la p. 540 du T. XVIII.

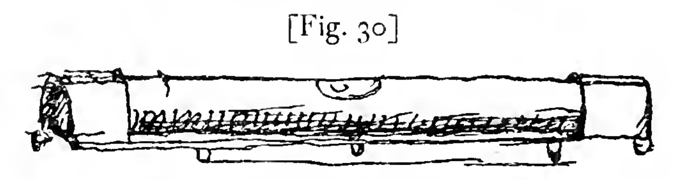
[4]) Comparez l'ouvrage de J. A. Repsold, déjà cité, sur l'histoire des instruments astronomiques (tome I, p. 53): „Die 1661 von Thévenot in Paris gemachte Erfindung der geschlossenen Röhren-libelle, die bald dem alten Lothfaden Concurrenz machen sollte . . .".

E. Gerland dans sa „Geschichte der Physik" de 1913 (R. Oldenbourg, München u. Berlin) dit à bon droit (p. 556) — voyez la suite du présent texte — qu'il est fort compréhensible que l'invention de Thévenot n'eut au commencement pas beaucoup de succès: „Wollte [Thevenot] doch, wie er ausdrücklich . . . bemerkt, ein Rohr nehmen, dass im Innern genau zylindrisch war. Da ein solches überempfindlich ist, so war es für den Zweck, dem es dienen sollte, schlechterdings unbrauchbar". L'auteur, ne connaissant pas les présentes pages du Manuscrit H, ajoute: „Was Huygens darüber dachte, ist uns leider nicht aufbewahrt".

ſere pleno conſtat, ita ut bulla aeris remaneat longitudine quartæ partis circiter. Puis il écrit:

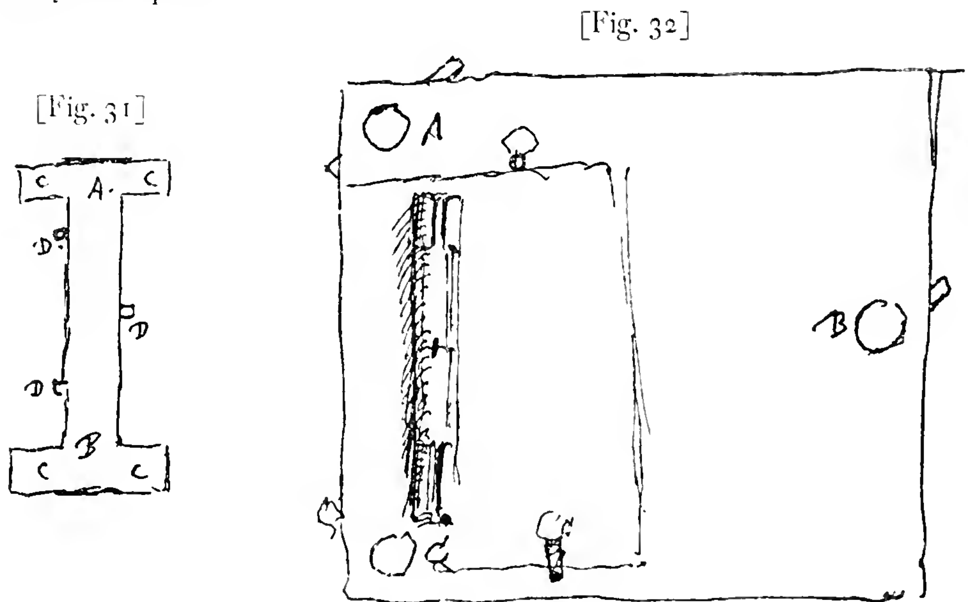
Pour ſe bien ſervir du niveau de Mr. Thevenot [Fig. 30] à mettre une ſurface plane parallele a l'horizon, à quoy il eſt d'un excellent uſage, il faut l'enfermer premierement dans une boete de cuivre, que je fais toute d'une piece platte ABCC [Fig. 31]. Sur AB je couche le petit tuyau du niveau, les avances CC eſtant pliees en haut

[Fig. 30]



et recourbees chacune vers ſon oppoſée, en ſorte qu'il faille quelque force pour y faire entrer le tuyau. Les petites avances D doivent eſtre courbees vers le bas, pour ſervir de 3 petits pieds à cet eſtuy du niveau, ce qui ſert a l'ajuſter avec facilitè, en cette maniere.

En marge: NB. Il ne faut pas que le tuyau du niveau ſoit aucunement contraint dans ſon emboetement de cuivre, parce qu'y aiant eſtè du temps il ſe caſſe, comme j'en ay eu l'experience.



[Fig. 31] [Fig. 32]

ABC [Fig. 32] eſt une tablette quarrée. Si c'eſt le plan meſme qu'on veut dreſſer a niveau, elle doit eſtre parfaitement droite, et eſt meilleure de marbre ou autre pierre, que de bois. Si c'eſt pour attacher un autre plan ou glace de miroir deſſus avec

des goupilles à teste, elle peut n'estre que de bois d'un pouce d'epaisseur si elle a un pied en quarrè. Sous les endroits A, B, C qui sont dispofez en triangle il y a des vis qui soutienent la planchette ayant environ 3 pouces de haut, et que l'on peut tourner par des petits batons qui les traversent horizontalement. Elles entrent dans les ecroux qui sont dans la planchette, et ainsi estant tournees font hausser ou baisser la planche de leur costè. Il est bon qu'elles soient un peu pointues par dessous, pour se tenir plus ferme sur la table, ou elles appuieront qui doit estre ferme.

On ne trouve point de ces niveaux parfaitement droits, mais cela n'importe guere.

Il faut tourner le costè qu'on pourra juger tant soit peu convexe, en l'appliquant [c. à. d. en lui appliquant] la glace d'un miroir, il faut dis je le tourner en dessus la boete de cuivre, ce qui sera une convexitè au dedans du tuyau d'un tres grand cercle, different peu d'une ligne droite [ce qui manque au niveau original de Thevenot, c'est précisément qu'il ne parle que d'un tuyau cylindrique: c'est le „costè tant soit peu convexe" qu'il fallait y introduire à dessein].

Pour ajuster le niveau et mettre en mesme temps vostre plan horizontalement. placez en premier lieu la longueur du tuyau dans le sens de AC, et l'appuiant sur le plan apres avoir fait venir auparavant la bulle a une certaine marque que vous aurez faite au milieu, voiez apres l'avoir posè, de quel costè monte la bulle d'air. tournez apres le devant derriere et faisant derechef venir la bulle a la marque voiez si la bulle monte du mesme costè de la planche, et si elle va aussi viste que la premiere fois, ou plus ou moins. Si elle va plus viste, limez un peu du petit pied de la boete qui est du costè vers le quel elle tire. *car c'est un signe certain que la ligne est trop haute de ce costè pour qu'elle soit parallele a la tangente de la convexitè du cylindre à l'endroit ou vous aurez mis la marque.* Limez en tant peu a peu, jusques a ce qu'en tournant le tuyau devant derriere, vous remarquiez que la bulle tire a peu pres avec mesme vitesse vers le mesme costè de la planche. puis baissez ce costè de la planche en enfoncant d'avantage la vis qui est dessous. Que si tout d'abord apres avoir tournè la boete, la bulle tire de l'autre costè de la planche, il faut limer le petit pied vers le quel la bulle a marchè toutes les 2 fois jusqu'a ce qu'elle tire du mesme costè de la planche dans les deux sens et a peu pres egalement viste, et alors comme devant baissez ce costè de la planche par la vis, car il est certain qu'elle hausse de ce costè. Apres recommencez tout de nouveau comme vous avez fait, en limant le petit pied et baissant la planche selon les remarques precedentes. Et en continuant ainsi vous parviendrez bien tost à voir demeurer la bulle à la marque lors que vous l'y aurez mise devant que d'appuier la boete. Et alors vostre niveau est ajustè, c'est a dire sa convexitè à l'endroit de la marque aura sa tangente parallele a la ligne de ses pieds les plus distants. Ce qu'estant trouvè ainsi une fois, le niveau servira à mettre et a remettre en un moment vostre plan de niveau.

Car prenons qu'elle [5]) ne fust nullement de niveau. Premierement vous mettrez

---

[5]) La tablette ou le plan.

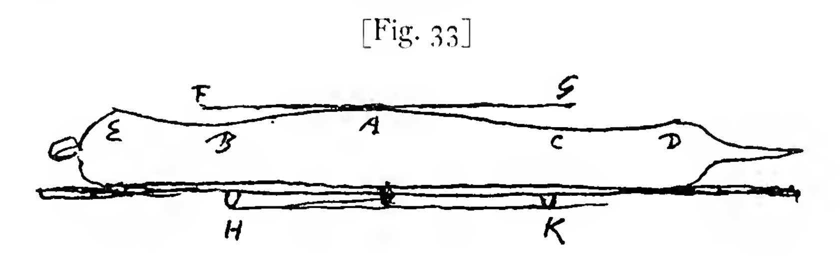
la boete dans le ſens de AC, ou ſont les 2 vis. Et tournerez l'une des vis ſous A ou C, juſqu'a ce que la bulle ſe mette a la marque du milieu, ou qu'elle s'y tiene quand vous l'y mettez devant qu'appuier la boete, ce qui ſe fait en un moment. Puis tournez la boete ſelon la perpendiculaire a cette ligne AC, et en tournant la vis ſous B, faites derechef tenir la bulle à la marque. Apres cela vous eſtes ſur que voſtre plan eſt de niveau.

Si vous vouliez commencer a dreſſer le plan premierement en ce ſens de la perpendiculaire à AC, vous ne feriez rien; car il ne demeureroit pas ainſi en le dreſſant enſuite dans le ſens AC. C'eſt à quoy il faut bien ſonger.

Je trouve ce niveau tres ſenſible, et ſur tout quand la bulle eſt un peu grande comme a occuper le quart ou le tiers du tuyau.

On trouve ſouvent [Fig. 33] que la convexitè du dedans comme BAC, à la tangente de la quelle FG on a rendu la ligne des pieds HK parallele, n'occupe pas toute

[Fig. 33]

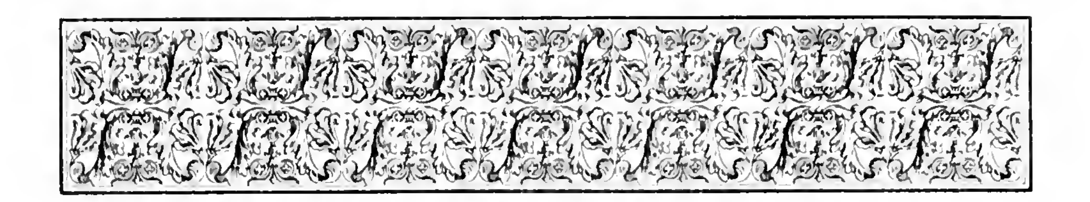


la longueur du tuyau, mais que vers les bouts il y a des concavitez que j'ay marquez icy viſiblement. Ce qui fait que ſi en appuiant la boete ſur le plan, la bulle ſe trouve vers C ou B, elle s'en va auſſi facilement vers D ou E que vers A, où on a fait la marque, et qu'elle y demeure. C'eſt pourquoy il eſt neceſſaire, quand on emploie un tel tuyau, de mettre tousjours la bulle pres de A, immediatement devant que d'appuier la boete, ainſi que j'ay dit cydevant qu'il falloit faire.

On pourroit dreſſer les tuyaux, ou les moitiez en dedans comme j'ay dit cy deſſus. Mais il y a bien des façons et on ne verroit preſque jamais la bulle reduite à ſe tenir à la marque [6]).

[6]) A la p. 125 du Manuscrit Huygens avait dit à propos du niveau de Thevenot (la figure de cette page n'indique aucune convexité): On peut le perfectionner en prenant un peu moins du tour du tuyau cylindrique que la moitiè et le travaillant ſur un cylindre de cuivre, a fin de le bien dreſſer en dedans puis on peut ſeulement cimenter ce demicylindre ſur une boete de ſa longeur et largeur, ou bien au morceau de verre qu'on avoit coupè ſi on peut couper le cylindre egalement avec un charbon allumè, le long d'une regle, puis il faut l'enchaſſer dans une boete de cuivre parfaitement platte en deſſous.

PROJET DE 1680—1681, PARTIELLEMENT EXÉCUTÉ À PARIS, D'UN PLANÉTAIRE TENANT COMPTE DE LA VARIATION DES VITESSES DES PLANÈTES DANS LEURS ORBITES SUPPOSÉES ELLIPTIQUES OU CIRCULAIRES, ET CONSIDÉRATION DE DIVERSES HYPOTHÈSES SUR CETTE VARIATION.



Avertiſſement.

Le planétaire que Huygens fit conſtruire à la Haye en 1682 a été conſervé juſqu'à nos jours et ſe trouve actuellement à Leiden au „Nederlandſch Hiſtoriſch Natuurwetenſchappelijk Muſeum”. La deſcription de ce planétaire, telle qu'elle fut publiée en 1703 dans les „Opuſcula poſtuma” [1]), date de beaucoup plus tard. Il eſt vrai qu'une deſcription ſuccincte ſe trouve déjà dans la lettre, non expédiée, du 6 février 1683 à S. Alberghetti [2]) dont les termes s'accordent avec une partie de la „Deſcriptio” des „Opuſcula poſtuma”; mais dans cette lettre Huygens ajoute: „Conſtitui vero ampliorem automati deſcriptionem poſthac concinnare ac typis edere”.

En renſeignant Colbert dans ſa lettre du 27 août 1682 [3]) ſur le planétaire récemment achevé — nous obſervons en paſſant que la pièce qui s'y rattache „Avantages de ma machine par deſſus celle de Mr. Romer” fait bien voir la concurrence avec l'aſtronome danois que nous avons conſtatée auſſi dans les Pièces précédentes du préſent Tome —, Huygens avait également écrit: „J'ai commencé une autre deſcription plus ample”.

Mais même en 1690 il n'avait pas encore mis ſon projet à exécution, puiſque dans le ſommaire de ſa lettre à de la Hire du 30 mars de cette année [4]) nous liſons: „Je

---

[1]) „Christiani Hugenii Descriptio Automati Planetarii”.
[2]) T. VIII, p. 408—410.
[3]) T. VIII, p. 376.
[4]) T. IX, p. 400.

prepareray la miene [description] des Planetes [5])". Dans le préfent Tome nous croyons donc, par refpect pour la chronologie, devoir publier cette Pièce beaucoup plus loin.

Entre 1682 et 1690, grâce aux „Principia" de 1687 de Newton, les idées de Huygens fur le mouvement des planètes avaient évolué. Il avait reconnu qu'une force inverfement proportionnelle au carré de la diftance au foleil peut être cenfée retenir les planètes dans leurs orbites et qu'il en réfulte que c'eft bien la variation de la viteffe telle que l'enfeignait Kepler, premier auteur de la théorie des ellipfes, du moins pour les planètes — car pour les comètes Kepler admettait le mouvement rectiligne [6]) — qui eft la bonne.

En même temps, nous le difons plus amplement dans l'Avertiffement au „Discours de la Caufe de la Pefanteur" de 1690, les idées de Huygens fur les tourbillons s'étaient modifiées. En 1680—1681, malgré quelques héfitations [7]), il croyait, pour les planètes circulant autour du foleil, au „vortex deferens" de Defcartes [8]), fans toutefois comprendre — eft-il befoin de le dire? — comment ce vortex folaire peut faire tourner les planètes dans des *orbites elliptiques* ou dans des cercles *excentriques* ni pourquoi leurs viteffes varient dans ces orbites ainfi que l'obfervation le fait voir.

Avant Newton, il n'était certes pas déraifonnable — c'eft le cas de Boulliau et de Ward — d'accepter la première loi de Kepler d'après laquelle les planètes fe meuvent dans des ellipfes dont le foleil occupe un foyer, ainfi que la troifième qui établit la proportionnalité des deuxièmes puiffances de leurs périodes avec les troifièmes puiffances des grands axes de leurs orbites, mais de douter de la deuxième fuivant laquelle pour une planète quelconque les aires, en d'autres termes les fecteurs, compris chacun

[5]) De la Chapelle Besse et de la Hire avaient exhorté Huygens, respectivement en février et en mars 1690 (T. IX, p. 262—264), d'envoyer la description à Paris. De la Hire voulait la publier avec les autres pièces inédites qui parurent dans les „Divers ouvrages" de 1693. Mais la description en question ne s'y trouve point, malgré une nouvelle exhortation de de la Hire en janvier 1691 (T. X, p. 6).

[6]) Notre T. XIX, p. 276.

[7]) T. XIX, p. 288, note 1.

[8]) T. XIX, p. 288, l. 2 d'en bas, p. 294, l. 3 d'en bas, p, 296, deuxième alinéa, p. 309, première ligne.

entre un arc d'ellipſe et deux rayons vecteurs émanant du ſoleil, ſont preciſément proportionnelles aux temps que met la planète à parcourir ces arcs.

Il était également permis — c'eſt le cas de Huygens, comme nous le ferons voir —, de n'accepter que la troiſième loi (voyez ſur la troiſième loi la p. 36 qui précède) et de douter de la vérité des *deux* premières.

Comme les excentricités des orbites elliptiques — en ſuppoſant qu'elles ſoient vraiment elliptiques — ſont petites, Huygens n'avait certes pas de raiſons ſuffiſantes pour faire parcourir effectivement des ellipſes par les planètes de ſon planétaire; on n'aurait guère pu les diſtinguer de circonférences de cercle, et il était donc bien plus ſimple de s'en tenir à ces dernières. Mais les variations de viteſſe, différentes pour chaque planète, ne pouvaient être négligées, et la queſtion ſe poſait s'il fallait faire varier les viteſſes, pour autant que le permettait la ſubſtitution des circonférences de cercle aux ellipſes, ſuivant la loi de Kepler ou bien ſuivant une autre. D'ailleurs cette queſtion aſtronomique des viteſſes l'intéreſſait en elle-même. En février 1682 [9]) il écrit à de la Hire que „depuis peu" il a „eſtudiè d'avantage en Aſtronomie que par le passè a l'occaſion de la machine planetaire".

Suivant Boulliau la forme elliptique de l'orbite avait été établie par Kepler pour la planète Mars. Il eſt d'avis que dans le temps où il écrit la forme elliptique doit être conſidérée comme également démontrée (ou plus ou moins démontrée), par les obſervations pour Mercure qui poſſède la plus grande excentricité [10]). Quant à la variation des viteſſes, il ſubſtitue à la deuxième loi de Kepler une autre hypothèſe qui fut également adoptée à ſon exemple par Seth Ward et de Pagan. C'eſt celle-ci, outre la loi ou hypothèſe de Kepler, que Huygens conſidère en premier lieu dans la Pièce qui ſuit. Il y parle auſſi brièvement d'une hypothèſe de N. Mercator, et ſes calculs ſont voir, ce qu'il indique d'ailleurs explicitement en quelques mots, qu'il a conçu lui-même une autre hypothèſe qu'il dit pouvoir être plus exacte que celle de Kepler. Il eſt fort

[9]) T. VIII, p. 344. Nous avons déjà cité ce passage à la p. 13 qui précède.

[10]) „Ismaelis Bullialdi Astronomia Philolaica. Opus novum, in quo motus Planetarum per novam ac veram Hypothesim demonstrantur. Mediique motus, aliquot observationum authoritate, ex Manuscripto Bibliothecæ Regiæ, quæ hactenus omnibus Astronomis ignotæ fuerunt, stabiliuntur. Superque illa Hypothesi Tabulæ constructæ omnium, quotquot hactenus editæ sunt, facillimæ ... Historia ortus et progressus Astronomiæ in Prolegomenis describitur, etc." (Paris, S. Piget, 1645). Lib. XI, Theor. XIII, „Orbitam Mercurij esse Ellipticam": „Ex observationum collatione ostendere pariter debemus, Mercurium per ellipsim incedere". Voyez aussi la note 40 de la p. 129 qui suit.

poſſible qu'il ait développé cette hypothèſe dans quelques feuilles ſéparées qu'il n'a pas jugé néceſſaire de conſerver. Nous tâcherons ici d'y ſuppléer de notre mieux.

Dans la lettre déjà citée à Colbert Huygens dit que „pour l'inegalitè" il a „repreſentè l'hypotheſe de Kepler": il eſt évident qu'après l'oeuvre de l'aſtronome allemand aucune hypothèſe ne pouvait paraître plauſible qui ne conduiſait pas à une variation des viteſſes différant peu de celle que donne la loi des aires. On ne peut donc pas, nous ſemble-t-il, conclure de cette phraſe qu'en août 1682 Huygens était déjà convaincu de l'exactitude abſolue de cette loi dont la ſienne ne s'écarte que faiblement. Dans ſa lettre il n'entre pas dans les détails; il ne fait pas même mention du fait que dans la machine les ellipſes de Kepler ont été remplacées par des circonférences de cercle, ce qui, comme nous le ferons voir, contribuait à rendre la différence entre l'hypothèſe de Kepler et la ſienne imperceptible et pratiquement nulle.

Hypothèſe de Kepler. Acceptant la loi des aires, on peut ſe propoſer, à l'inſtar de Kepler lui-même, d'exprimer par une équation comment varie avec le temps ce qu'on appelle aujourd'hui l'anomalie vraie, c. à. d. l'angle que fait avec le grand axe de l'ellipſe le rayon vecteur qui joint à la planète le ſoleil, ſitué en un foyer. A cet effet, on peut conſidérer en même temps l'angle correſpondant que fait avec le grand axe un rayon vecteur partant d'un point arbitrairement choiſi ſur cet axe [11]) et joignant ce point à une planète fictive parcourant uniformément dans le même temps que la planète réelle, non pas une ellipſe, mais une circonférence de cercle (il s'agit, peut-on dire, d'une aiguille parcourant le cadran d'une horloge); cet angle eſt l' „anomalie moyenne". En 1769 J. L. Lagrange eſt parvenu à exprimer par une ſérie convergente l'anomalie vraie en fonction de l'excentricité [12]) de l'ellipſe et de l'anomalie moyenne [13]). Au dix-ſeptième siècle il fallait encore procéder „tentando". En conſultant l' „Epitome Aſtronomiæ Copernicanæ [14])" on voit que Kepler conſidère trois

[11]) On peut p.e. choisir pour ce point, avec Kepler, le foyer de l'ellipse que le soleil n'occupe pas; voyez la note 25 de la p. 141 qui suit.

[12]) Nous parlons ici de l'excentricité moderne $\frac{c}{a}$ où a représente le demi grand axe et c la distance d'un foyer au centre de l'ellipse. Plus loin, l'excentricité linéaire c sera simplement appelée „excentricité" comme aux jours de Kepler et de Huygens.

[13]) „Sur le problème de Keppler", Mém. de l'Ac. de Berlin, T. 25, publié en 1771.

[14]) „Epitome Astronomiæ Copernicanæ, usitatâ forma Quæstionum & Responsionum conscripta, inque VII Libros digesta etc." authore Ioanne Keplero etc. Francofurti, Imp. I. G. Schönwetteri, 1618 et 1635.

anomalies différentes: l' „anomalia media", l' „anomalia eccentri" et l' „anomalia coæquata" [15]). Cette dernière n'eſt autre que l'anomalie vraie. On peut dire que ſon „anomalia media" eſt identique avec l'anomalie moyenne. Il en donne, il eſt vrai, la définition ſuivante [16]): „Quid eſt Anomalia media? Eſt ſpacium temporis, quod planeta conſumit in quolibet arcu ſuæ orbitæ, ab apſide incepto, redactum in partes — degrés — & minuta, qualium anomalia tota valet Gr. 360. numerationis logiſticæ vel Aſtronomicæ"; mais les termes mêmes de cette définition ſont prévoir que dans les figures il ne s'agira pas d'un „ſpacium temporis" mais d'un angle (ou d'un ſecteur de cercle): il n'eſt queſtion de „ſpacium temporis" que pour faire voir que cet angle croît uniformément. Quant à l' „anomalia eccentri" — „anomalia excentri" ou „anomalia excentrica" chez Huygens — c'eſt l'angle que fait avec le grand axe de l'ellipſe un rayon, égal à la moitié de cet axe, émanant *du centre de l'ellipſe* et dont l'autre extrémité ſe trouve à chaque inſtant avec la planète ſur une même perpendiculaire au dit axe. On la déſigne encore aujourd'hui par l'expreſſion „anomalie excentrique" quoiqu'il s'agiſſe à la vérité d'un angle que, pour éviter les confuſions, on devrait plutôt nommer centrique.

Cette „anomalia eccentri" eſt introduite pour calculer en deux étapes, ce qui ſemblait ne pas pouvoir être fait directement, l'„anomalia coequata" en fonction (pour employer ce terme) de l'„anomalia media".

La conſidération de la figure et la loi des aires conduiſent aux équations

$$A_{\mathrm{m}} = A_{\mathrm{e}} + \frac{c}{a} \sin A_{\mathrm{e}}$$

$$\operatorname{tg} \frac{A_{\mathrm{c}}}{2} = \sqrt{\frac{a-c}{a+c}} \operatorname{tg} \frac{A_{\mathrm{e}}}{2}$$ [17]),

où a déſigne la moitié du grand axe de l'ellipſe, c ſon excentricité linéaire [18]), A_{c}, A_{e} et A_{m} reſpectivement l' „anomalia coequata", l' „anomalia excentrica" et l' „ano-

[15]) P. 684 (Libri Quinti pars altera, III de mora planetæ in arcu quolibet): „Quot sunt igitur Anomaliæ sumptæ ut pars totius? Tres nuncupantur Anomaliae in uno quolibet situ planetæ: 1. Anomalia media. 2. Anomalia eccentri. & 3. Anomalia coæquata" [ailleurs: „coequata"].

[16]) Même endroit.

[17]) Nous supposons les angles mesurés à partir de l'aphélie. En les mesurant à partir du périhélie on peut se servir des mêmes formules après y avoir changé c en $-c$.

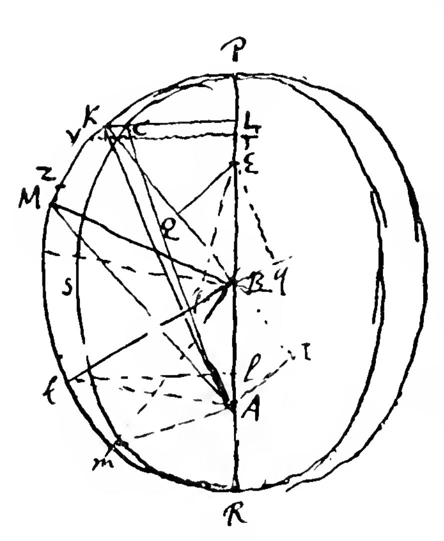
[18]) Comparez la note 12 de la p. 114.

malia media". La première équation est une équation du mouvement; la deuxième n'est autre chose, peut-on dire, que l'équation de l'ellipse pour les deux variables A_c et A_e. C'est la première équation qui ne peut être résolue que „tentando"; mais une fois qu'on a trouvé A_e pour une valeur donnée de A_m on peut directement calculer A_c à l'aide de la deuxième formule.

Dans ces formules nous avons pris l'unité moderne pour les angles, et nous y considérons le sinus et la tangente l'un et l'autre comme un rapport de deux longueurs, non pas simplement, avec Kepler et ses contemporains, comme une longueur. Si l'on voulait exprimer A_m et A_e en degrés, la première formule devrait s'écrire

$$\frac{\pi}{180} A_m = \frac{\pi}{180} A_e + \frac{c}{a} \sin A_e.$$

En 1680, à une des dernières pages du Manuscrit E [19]), Huygens — c'est la première fois, semble-t-il, qu'il s'occupe de ce sujet — se pose le problème mathématique „data anomalia media et coequata invenire anomaliam excentricam". Il est évident qu'il n'a pas en vue ici l'hypothèse de Kepler d'après laquelle il devrait se proposer — première équation — de „data anomalia media invenire anomaliam excentricam", et ensuite — deuxième équation — de „invenire anomaliam coequatam".



Attendu que plus tard, en 1690 dans le Manuscrit G [20]), Huygens a bien rédigé, en acceptant l'hypothèse de Kepler, la solution de la première partie de ce dernier problème, énoncé en entier sous la forme: „In Kepleri hypothesi ex anomalia media invenire anomaliam excentri et coequatam tentando", nous avons cru devoir intercaler (§ 2) cette page de 1690. Il y dit à bon droit que Kepler est „longior et obscurus". L'équation obtenue par Huygens (après Kepler): „Oportet igitur invenire arcum PK talem, ut addita ex parte proportionali sinus

[19]) Manuscrit E, p. 252.
[20]) Manuscrit G, f. 14 r.

fui KL fecundum rationem BA ad BK vel BR, hoc eft fecundum rationem excentricitatis ad dimidium axem, fumma fiat æqualis arcui anomaliæ mediæ datæ" correfpond à l'équation $A_m = A_e + \frac{c}{a}$ fin A_e, puifque les arcs PK et PM fe trouvent fur une même circonférence de cercle et font donc proportionnels aux angles A_e et A_m. Huygens n'écrit pas la deuxième formule de Kepler, mais puifqu'il fe propofait auffi de trouver l' „anomaliam coequatam" on voit que, connaiffant A_e, il était apparemment en état de trouver A_c fans beaucoup de peine: en effet, lorfque l'arc PK eft connu, la pofition du point C en découle et partant auffi l'angle CAP qui eft l' „anomalia coequata" ou anomalie vraie A_c. Le calcul conduit à la formule générale.

Dans les Manufcrits E [21]) et F [22]), en 1680—1681, Huygens énonçait [21]) — fans l'avoir démontrée, ce qu'évidemment il aurait pu faire — et réfolvait à tâtons [22]) cette même équation $A_m = A_e + \frac{c}{a}$ fin A_e: „Oportet invenire arcum PK qui additus ad . . . etc." Et à la p. 6 du Manufcrit F il calculait numériquement une „anomalia excentri" de la planète Mars d'après l' „anomalia media" donnée, en citant la p. 696 de l' „Epitome" de Kepler où il eft en effet queftion de ce même calcul numérique: l' „anomalia media" donnée y eft de 50°9'10", d'où réfulte l' „anomalia excentri" 47°42'17".

Hypothèfe de Boulliau et de Seth Ward. Dans fon „Aftronomia Philolaica" de 1645, déjà citée plus haut, Boulliau propofe fur la variation des viteffes des planètes dans leurs orbites elliptiques, dont le foleil occupe toujours un des foyers, une hypothèfe qu'on trouvera énoncée par Huygens dans le § 3 qui fuit. Malgré l'ellipticité de l'orbite et le manque d'uniformité du mouvement, Boulliau ne veut pas abandonner entièrement l'idée maîtreffe des aftronomes grecs n'admettant que les orbes circulaires et le mouvement uniforme. Il croit pouvoir combiner cette idée avec les obfervations modernes en plaçant l'ellipfe fur un certain cône oblique à bafe circulaire dont une génératrice parcourt la furface conique de telle manière que le point d'interfection de la génératrice avec la bafe fe meut uniformément fur la circonférence de cercle. Un des foyers de l'ellipfe fe trouve par hypothèfe fur l'axe du cône — c'eft

---

[21]) Manuscrit E, p. 263 (dernière page). Les p. 252 et 263 sont les seules dans ce Manuscrit où Huygens s'occupe du problème de la variation des vitesses. Elles se suivraient si Huygens n'avait pas collé quelques feuilles entr'elles.

[22]) Manuscrit F, p. 4 et suiv.

ainſi que le cône a été conſtruit —, c. à. d. ſur la droite qui joint le ſommet au centre de la baſe. Le mouvement de la planète, ſuivant l'hypothèſe de Boulliau, ſerait repréſenté par celui du point d'interſection de la génératrice conſidérée avec l'ellipſe. Boulliau admire Kepler comme géomètre, mais il n'admet pas généralement — et qui voudrait le lui reprocher? — ſes „cauſæ phyſicæ": „Dolebam virum tam ſagacem deſerta Geometria ad Phyſicas cauſas transfugiſſe, tranſitu facto à luce ad tenebras"[23]). Mais ceci ne juſtifie guère ſon hypothèſe à lui qui eſt à la vérité une hypothèſe tout autre mais non pas plus eſſentiellement géométrique que la deuxième loi de Kepler; et l'on peut parler ici d'une idée préconçue de Boulliau, ce qui n'eſt pas le cas pour Kepler. Il eſt vrai qu'il nous eſt facile aujourd'hui de défendre ce dernier, ſachant avec certitude qu'il avait raiſon. Pour les aſtronomes du dix-ſeptième ſiècle, avant Newton, la choſe devait être beaucoup moins claire.

En 1653 Seth Ward publia ſes obſervations, en partie critiques, ſur le livre de Boulliau [24]). Il démontre en premier lieu, ce que Huygens reproduit à ſa manière dans notre § 3, que l'hypothèſe nouvelle peut être énoncée plus brièvement et ſans parler du tout du cône oblique: elle revient ſimplement à ceci que la planète ſe trouve conſtamment ſur un rayon vecteur partant du deuxième foyer de l'ellipſe — le premier étant celui occupé par le ſoleil — et tournant autour de lui d'un mouvement uniforme. Ward attire enſuite l'attention ſur quelques erreurs mathématiques de Bouilliau. Ce qui fut également remarqué par Ward et eſt aſſurément plus grave c'eſt que Boulliau, voyant que les valeurs pour la planète Mars, calculées ſuivant ſon hypothèſe, s'écartaient trop à ſon avis de celles de Kepler (ou de Tycho Brahé) leur avait tacitement ſubſtitué des valeurs tirées des „Tabulæ Rudolphinæ" de Kepler lui-même que ſes nouvelles tables, les „Tabulæ Philolaicæ", devaient, aux yeux des lecteurs, avoir la prétention de corriger au moyen de la nouvelle hypothèſe [25]).

---

[23]) Prolegomena, p. 4.

[24]) „In Ismaelis Bullialdi Astronomiæ Philolaicæ Fundamenta, Inquisitio brevis" Authore Setho Wardo Astronomiæ in Celeberrimâ Academia Oxoniensi Professore Saviliano. Oxoniæ. L. Lichfield, 1653.

[25]) „Histoire de l'astronomie moderne" par M. Delambre, T. II, 1821. p. 169: „Renonçant à sa propre équation pour Mars, il a imprimé celle de Képler, parce que son équation avait des erreurs qui allaient jusqu'à deux [??] minutes. L'erreur était moindre dans les autres planètes, Mercure excepté [voyez la note 39 de la p. 128 qui suit, ainsi que la dernière ligne de la p. 136 et le note 25 de la p. 141]. *Il a dissimulé* cette erreur; sur quoi l'on peut dire que ce n'était pas la peine d'imaginer une nouvelle hypothèse pour l'abandonner aussitôt, et reprendre dans les Tables de Képler l'équation calculée dans l'hypothèse qu'il rejetait".

Nous obſervons que Huygens qui connaiſſait les Tables de Bouilliau depuis longtemps [26]) — conſultez notamment la note 9 de la p. 523 du T. XV — diſait en 1666 ou 1667 à l'Académie que malgré la conſtruction de ces Tables „l'on trouue qu'en general les Rudolphines ſont celles qui approchent le plus du Ciel [27])".

Malgré tout, dans un ouvrage ultérieur de 1656 [28]), dédié à Neile, Hevelius, Gaſſendi († 1655), Riccioli et Boulliau, Ward croit devoir adopter l'hypothèſe de ce dernier: „Ellipſeos, cùm focus alter ſit ſol, ſuper alterum interim focum, ita temperatur planetæ cujuſque motus, ut temporibus æqualibus, æquales illic angulos abſolvat [29])".

Avant d'avoir pu prendre connaiſſance de ce dernier ouvrage, Boulliau avait compoſé la brochure qui parut en 1657: „Iſmaelis Bullialdi Aſtronomiæ Philolaicæ Fundamenta clarius explicata & aſſerta adverſus Clariſſimi Viri Sethi Wardi Oxonienſis Profeſſoris impugnationem [30])". Il y maintient, ſi l'on veut, ſon hypothèſe, mais en la modifiant [31]). La planète ne ſe trouve pas préciſément, penſe-t-il maintenant, à l'interſection I de l'ellipſe et du rayon vecteur tournant uniformément autour du deuxième foyer; pour obtenir la bonne poſition il faut mener par I une parallèle au petit axe de l'ellipſe et joindre au deuxième foyer par une droite *d* le point où cette parallèle coupe l'ellipſe. La planète ſe trouvera au point où l'ellipſe eſt coupée par la droite *d*.

Huygens fait mention au § 3 qui ſuit de cette nouvelle hypothèſe ou „limitatio" de Boulliau. Ce qu'il déſigne par hypothèſe de Boulliau et de Ward, laquelle il appelle d'ailleurs généralement celle de Ward, c'eſt toutefois l'hypothèſe non modifiée telle qu'elle fut interprétée et adoptée par l'aſtronome anglais. Mais la diſcuſſion entre les deux aſtronomes peut avoir donné à Huygens la conviction — voyez ſes paroles à l'Académie citées plus haut — que ſi les tables de Kepler n'étaient apparemment pas tout-à-fait correctes — même endroit —, l'hypothèſe de Boulliau ne l'était ſûrement pas non plus.

---

26) Au moins depuis 1653; voyez notre T. I.

27) T. XIX, p. 261.

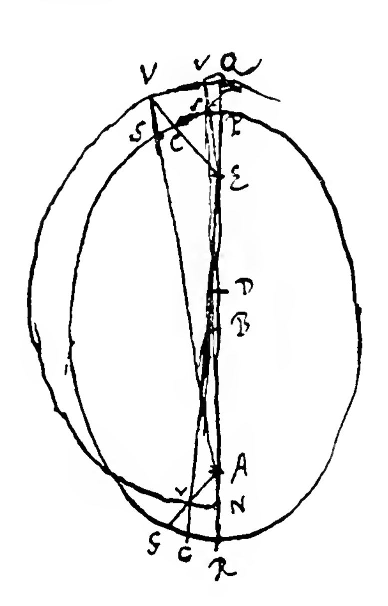
28) „Astronomia Geometrica, ubi methodus proponitur qua Primariorum Planetarum Astronomia sive Elliptica sive Circularis possit Geometricè absolvi, opus astronomis hactenus desideratum". Authore Setho Wardo, etc. Londini, J. Flesher, 1656.

29) P. 1, Lib. I, pars I, caput I.

30) Paris, S. et G. Cramoisy.

31) Ce n'est que dans un „Monitum" ajouté à la fin qu'il parle fort brièvement du nouvel ouvrage de Ward.

Hypothèſe de N. Mercator [32]). Ce ſavant que Huygens appréciait fort comme mathématicien — voyez notre T. XX ſur Mercator et les logarithmes — avait débuté dès 1651 par des ouvrages aſtronomiques dont les premiers parurent en Allemagne. En 1664 il publia une brochure [33]) où il développe lui auſſi une nouvelle hypothèſe; c'eſt celle que Huygens examine dans le § 9 qui ſuit, en citant un ouvrage ultérieur du même auteur [34]). L'hypothèſe qui n'a pas eu d'influence marquée ſur Huygens revient à ceci. Qu'on diviſe la diſtance EA, qui ſépare les deux foyers de l'ellipſe, en moyenne et extrême raiſon [35]) de ſorte que ED : DA = DA : EA, le ſoleil ſe trouvant en A. Qu'on décrive enſuite une circonférence de cercle de rayon a (moitié du grand axe) non pas du centre de l'ellipſe B, mais du point D. Puiſſe le rayon vecteur EV (le point V ſe trouvant ſur la circonférence de cercle) tourner uniformément autour du foyer E. La planète ſera alors par hypothèſe à chaque inſtant en S, point d'interſection de la droite VA avec l'ellipſe. L'angle PEV eſt ſon „anomalia media". Huygens ne conſidère cette hypothèſe que pour calculer le rapport qui en découle des viteſſes de la planète aux apſides (périhélie et aphélie) P et R.



Suivant Kepler (deuxième loi) — et auſſi ſuivant Ward — le rapport de ces deux viteſſes eſt inverſement proportionnel aux diſtances du ſoleil r_1 ou $a + c$ et r_2 ou $a - c$. Donc $v_1 : v_2 = \frac{1}{r_1} : \frac{1}{r_2}$. Mais comment concilier la

[32]) Ou N. Kaufmann. Né en Allemagne, Kaufmann ne quitta ce pays, pour ſe fixer en Angleterre, qu'en 1660.

[33]) „Nicolai Mercatoris Hypothesis Astronomica Nova et Consensus ejus cum Observationibus". Londini, ex officina Leybourniana. 1664.

[34]) Savoir „Nicolai Mercatoris Holsati è societate regiâ Institutionum Astronomicarum libri duo, de motu astrorum communi & proprio, secundum hypotheses veterum et recentiorum præcipuas, deque hypotheseon ex observatis constructione ... quibus accedit appendix de iis quæ novissimis temporibus cœlitus innotuerunt", Londini, G. Godbid, 1676.

[35]) Qu'on y applique, comme le dit Mercator, la „sectio divina".

valeur de ce rapport avec la théorie du vortex solaire? Suivant la troisième loi de Kepler on a pour deux planètes différentes, dans l'hypothèse d'orbites circulaires, $v_1 : v_2 = \frac{1}{\sqrt{r_1}} : \frac{1}{\sqrt{r_2}}$, et si le tourbillon est un „vortex deferens", c. à. d. un tourbillon dont la vitesse égale en chaque endroit celle de la planète qu'il charrie, comme l'admet Huygens, cette dernière équation doit être valable pour les vitesses linéaires de la rotation de la subtile matière du vortex lui-même, ce qui est possible, quoique Huygens avoue ne pas savoir quelle est la cause intrinsèque de la diminution des vitesses suivant cette loi [36]). Mais s'il en est ainsi, comment expliquer que, dans le cas d'une orbite elliptique, les vitesses de la planète aux apsides obéissent apparemment à une autre loi?

L'hypothèse de Mercator donne-t-elle peut-être pour le rapport des vitesses aux apsides une valeur qui se rapproche tant soit peu davantage de la valeur $\frac{1}{\sqrt{r_1}} : \frac{1}{\sqrt{r_2}}$? Le calcul [37]) fait voir que le contraire est vrai. Il ne reste à Huygens qu'à exprimer son étonnement: „Mirum in his hypothesibus qui possit materia vorticis conferre motum planetæ perihelio, suo ipsius motu celeriorem".

Hypothèse de Huygens. La p. 4 du Manuscrit F, ainsi que d'autres, est remplie de calculs numériques. On y lit e.a. (d'après la figure il s'agit de l' „anomalia excentri" et le calcul se rapporte à la planète Mercure pour laquelle le rapport $\frac{c}{a}$ de l'excentricité au demi grand axe est $\frac{21}{100}$)

	37.37.59	angulus KBP mihi		
	37.46. 0 [38])	angulus KBP Keplero.		
Anomalia coequata mihi	31.20. 0		Wardo	30.15.58
Keplero	30.48. 2		Keplero	30.48. 2
mea excedit	0.31.58		Wardi deficit	0.32. 4

Toutes ces valeurs correspondent à une „anomalia media" de 45°.

[36]) Consultez la note 5 de la p. 483 du T. IX et la lettre de Huygens à Leibniz du 11 juillet 1692 (T. X, p. 297).
[37]) Voyez la note 27 de la p. 142 qui suit.
[38]) Faute de calcul, voyez la p. 127 qui suit.

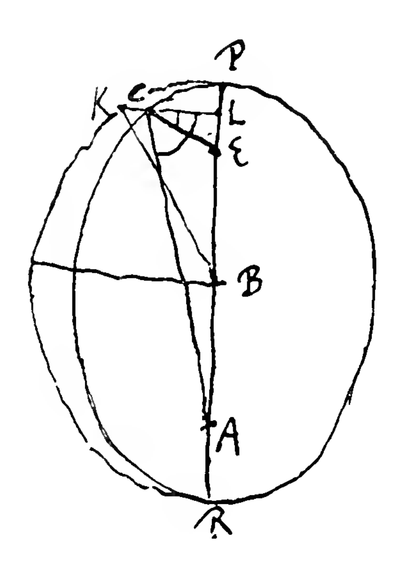
Apparemment Huygens n'eſt d'accord ni avec Kepler ni avec Ward.

A la p. 5 on lit e.a.

37.46 [38])	arcus PK ſec. hyp. Kepleri	37°38′ arcus PK mihi	
37. 0	arcus PK ſec. hyp. Wardi	8′ differo a Keplero	
46′	differentia arcuum PK	hoc eſt ſecundum viam	

eam quam in automato ſecutus ſum.

Le lecteur pourrait être tenté d'admettre que cela ne ſignifie pas que Huygens a en vue une hypothèſe théorique différant de celle de Kepler, mais ſeulement que dans la conſtruction pratique de l'automate il a été obligé de s'écarter un peu de cette dernière. Cette opinion eſt pourtant inſoutenable, puiſque ſur une feuille collée ſur la p. 22 du Manuſcrit (§ 14 qui ſuit) il écrit: „Dico hoc motu planetam inæqualiter ferri in ſua orbita ita ut exigit hypotheſis noſtra, Keplerianæ proximè æquipollens" et encore „Ideoque N locus planetæ debitus medio motui AL, ſecundum hypotheſin noſtram", et qu'à la p. 22 il ajoute, après avoir dit que la différence entre Kepler et lui-même eſt imperceptible: „Et fortaſſe nos propiores veritati".



Il faut donc bien prendre cette divergence au ſérieux et examiner en quoi elle conſiſte.

Or, à la p. 4 déjà citée la valeur 37°37′59″ de Huygens de l' „angulus KBP" eſt obtenue par l'addition des angles 22°30′0″ et 15°7′59″, dont le premier eſt la moitié de 45°, c. à. d. de la grandeur qu'a par hypothèſe l'angle PEC, où P eſt l'aphélie, E le foyer que le ſoleil n'occupe pas et C la planète. L'angle PEC eſt donc l' „anomalia media" ſuivant l'hypothèſe de Ward. Quant à l'angle 15°7′59″, il eſt la moitié de l'angle 30°15′58″ repréſentant, comme nous l'avons dit plus haut, l' „anomalia coequata" de Ward; dans la figure c'eſt l'angle PAC.

Il paraît donc que ſuivant l'hypothèſe de Huygens on a

$$(\mathcal{A}\mathrm{e})_{\mathrm{Huygens}} = \tfrac{1}{2}\,\mathcal{A}\mathrm{m} + \tfrac{1}{2}\,(\mathcal{A}\mathrm{c})_{\mathrm{Ward}}$$

Les formules (modernisées) de Kepler étaient

$$\text{Kepler}\begin{cases} \mathcal{A}_m = \mathcal{A}_e + \frac{c}{a}\sin \mathcal{A}_e \\ \operatorname{tg}\frac{\mathcal{A}_c}{2} = \sqrt{\frac{a-c}{a+c}}\operatorname{tg}\frac{\mathcal{A}_e}{2} \end{cases}$$

Dans l'hypothèse de Ward ces équations doivent être remplacées par

$$\text{Ward}\begin{cases} \operatorname{tg}\frac{\mathcal{A}_c}{2} = \frac{a-c}{a+c}\operatorname{tg}\frac{\mathcal{A}_m}{2} \left(\text{ou mieux } \operatorname{tg}\frac{\mathcal{A}_e}{2} = \sqrt{\frac{a-c}{a+c}}\operatorname{tg}\frac{\mathcal{A}_m}{2}\right) \\ \operatorname{tg}\frac{\mathcal{A}_c}{2} = \sqrt{\frac{a-c}{a+c}}\operatorname{tg}\frac{\mathcal{A}_e}{2} \end{cases}$$

La première forme de la première équation (équation du mouvement) est démontrée par Huygens au § 5 et exprimée dans les termes: „ut AP ad AR ita tang. ½ CEP ad tang. ½ CAP". La deuxième équation est la même que chez Kepler puisqu'il s'agit de la même ellipse.

Dans le Manuscrit E, nous l'avons dit à la p. 116, Huygens se posait le problème: „data anomalia media et coequata invenire anomaliam excentricam". Or, l'équation de Huygens que nous venons d'écrire, résout ce problème fort simplement, bien entendu en prenant pour l' „anomalia coequata" l'angle $(\mathcal{A}_c)_{Ward}$: l' „anomalia excentrica" de Huygens, suivant cette équation, est la moyenne arithmétique des deux autres. On voit que cette équation ne peut être dérivée ni des équations de Kepler, ni de celles de Ward. $(\mathcal{A}_e)_{Huygens}$, pour une même valeur de $\mathcal{A}_m$, diffère de $(\mathcal{A}_e)_{Ward}$ tout aussi bien que de $(\mathcal{A}_e)_{Kepler}$. Voyez encore sur cette différence la note 39 de la p. 128 qui suit.

L'équation de Huygens, combinée avec la première équation de Ward, devient

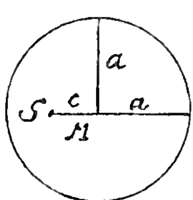
$$(\mathcal{A}_e)_{Huygens} = \tfrac{1}{2}(\mathcal{A}_c)_{Ward} + \operatorname{arc\,tg}\left[\frac{a+c}{a-c}\operatorname{tg}\frac{(\mathcal{A}_c)_{Ward}}{2}\right]$$

$$\text{ou bien } (\mathcal{A}_e)_{Huygens} = \tfrac{1}{2}\mathcal{A}_m + \operatorname{arc\,tg}\left(\frac{a-c}{a+c}\operatorname{tg}\frac{\mathcal{A}_m}{2}\right).$$

Quant à l' „anomalia coequata" (31°20′0″) on voit à la p. 4 du Manuscrit F que dans un cas spécial elle est obtenue par l'addition de $\frac{1}{2}(\mathcal{A}_e)_{Huygens}$ et de arc tg $\left\{\frac{a-c}{a+c}\operatorname{tg}\left[\frac{(\mathcal{A}_e)_{Huygens}}{2}\right]\right\}$. Les deux équations qui expriment l'hypothèse de Huygens peuvent donc s'écrire

$$\text{Huygens}\quad\left\{\begin{array}{l}\mathcal{A}_{\rm e} = \frac{1}{2}\,\mathcal{A}_{\rm m} + \text{arc tg}\left(\frac{a-c}{a+c}\,\text{tg}\,\frac{\mathcal{A}_{\rm m}}{2}\right)\\ \mathcal{A}_{\rm c} = \frac{1}{2}\,\mathcal{A}_{\rm e} + \text{arc tg}\left(\frac{a-c}{a+c}\,\text{tg}\,\frac{\mathcal{A}_{\rm e}}{2}\right)\end{array}\right.$$

Comme dans le cas des hypothèſes de Kepler et de Ward, la première de ces équations eſt une équation du mouvement de la planète, tandis que la deuxième eſt celle de la courbe dans laquelle elle ſe meut. Or, en introduiſant, au lieu des variables $\mathcal{A}_{\rm c}$ et $\mathcal{A}_{\rm e}$, des coördonnées cartéſiennes, on conſtatera que cette courbe eſt une circonférence de cercle de rayon a où le ſoleil ſe trouve à une diſtance c du centre. En d'autres termes: la planète, ſuivant l'hypothèſe de Huygens, parcourt, non pas une ellipſe, mais *un cercle excentrique*. A la fin du préſent Avertiſſement, nous faiſons quelques remarques hiſtoriques à ce propos.



Dans toutes les équations on peut remplacer $\mathcal{A}_{\rm m}$ par $\frac{t}{T}\,360°$, où t eſt le temps et T la période de la planète. L'anomalie excentrique de Huygens ſ'exprime alors en fonction du temps par $\mathcal{A}_{\rm e} = \frac{t}{T}\,360° + \text{arc tg}\left[\frac{a-c}{a+c}\,\text{tg}\left(\frac{t}{T}\,360°\right)\right]$ ou, en unités modernes, par $\mathcal{A}_{\rm e} = \frac{2\pi t}{T} + \text{arc tg}\left(\frac{a-c}{a+c}\,\text{tg}\,\frac{2\pi t}{T}\right)$.

Il en réſulte que la viteſſe variable v de la planète dans ſon orbite circulaire ſ'exprime ſuivant Huygens par la formule

$$v = a\,\frac{\mathrm{d}\,\mathcal{A}_{\rm e}}{\mathrm{d}t} = \frac{2\pi a^2}{T}\,\frac{(a+c)\cos^2\frac{\pi t}{T} + (a-c)\sin^2\frac{\pi t}{T}}{(a+c)^2\cos^2\frac{\pi t}{T} + (a-c)^2\sin^2\frac{\pi t}{T}}.$$

Pour le rapport des viteſſes aux apſides (aphélie et périhélie) on a toujours, comme chez Kepler et Ward $\quad v_1 : v_2 = \frac{1}{a+c} : \frac{1}{a-c}$.

Ce n'eſt donc pas dans le but de corriger tant ſoit peu l'équation $v_1 : v_2 = \frac{1}{r_1} : \frac{1}{r_2}$ dans le ſens de l'équation $v_1 : v_2 = \frac{1}{\sqrt{r_1}} : \frac{1}{\sqrt{r_2}}$ que Huygens a conçu ſon hypothèſe.

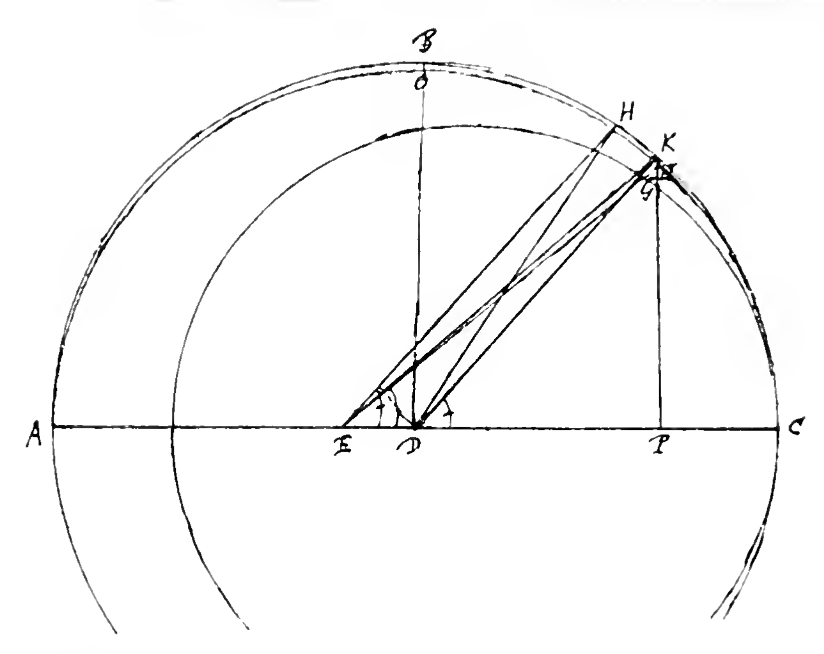
Nous remarquons en paſſant que les viteſſes aux apſides elles-mêmes ſont différentes ſuivant les trois hypothèſes. On a

d'après Kepler	d'après Ward	d'après Huygens
$v_1 = \frac{2\pi a}{T}\sqrt{\frac{a-c}{a+c}}$	$v_1 = \frac{2\pi}{T}(a-c)$	$v_1 = \frac{2\pi a}{T}\,\frac{a}{a+c}$
$v_2 = \frac{2\pi a}{T}\sqrt{\frac{a+c}{a-c}}$	$v_2 = \frac{2\pi}{T}(a+c)$	$v_2 = \frac{2\pi a}{T}\,\frac{a}{a-c}$

C'eſt dans les §§ 13 et 14 qui ſuivent que Huygens explique l'agencement fort ingénieux des roues à dents égales ſervant à „invenire" — „proxime" du moins — „ex anomalia media coequatam" (mais il eſt évident qu'on peut auſſi, § 17, obtenir un mouvement de viteſſe variable en ſe ſervant de dents inégales). On trouve auſſi un paſſage ſur ce ſujet dans la „Deſcriptio" du planétaire publiée en 1703, mais ce paſſage ne contient pas toutes les conſidérations mathématiques du préſent texte. La conſtruction a-t-elle ſuffiſamment attiré l'attention des aſtronomes? Nous en doutons. Tout mathématicien ou aſtronome qui a jeté les yeux ſur la „Deſcriptio" a dit ſon mot ſur les fractions continues (qui ſe trouvent au § 16 qui ſuit et dont pour le moment nous ne traiterons pas). Mais il vaut auſſi la peine de conſtater, comme nous le ferons ici, qu'il eſt vrai, ainſi que le dit Huygens, que la machine tire de l'„anomalia media" l'„anomalia coequata" à fort peu près ſuivant les équations de Kepler.

Dans les §§ conſidérés Huygens donne le nom d'„anomalia coequata" à la grandeur A_c de Kepler, non pas à la ſienne. C'eſt pourquoi nous déſignerons ici celle de Kepler ſimplement par A_c. De même pour A_e.

Nous ne copions pas ici l'explication de Huygens mais nous la ſuivons de près, la mettant en équations à la façon moderne. Dans ſa figure, où le ſoleil ſe trouve en E et où les droites EH et DK ſont parallèles, il démontre que ſuivant la loi des aires de Kepler — il eſt vrai que dans le planétaire la planète ſe trouve en K, point de la circonférence de cercle AKC, et non pas en N, point de l'ellipſe; mais il faut avoir égard au fait que le ſecteur EKC lorſque K ſe trouve ſur la même verticale que N (AC étant horizontale), eſt toujours à l'aire correſpondante ENC dans le même



rapport $\frac{\text{grand axe}}{\text{petit axe}}$, de sorte que la loi des aires est valable aussi pour ces secteurs de cercle — lorsque l'arc HC est l'„anomalia media" donnée, l'arc KC sera *à fort peu près* l'„anomalia excentri" de Kepler, non pas *exactement* puisque dans la démonstration le triangle rectiligne EHK a été posé égal au triangle curviligne EHK. Le reste du raisonnement est exact.

On a dans la figure $\frac{a+c}{a-c} = \frac{\text{tg}\ \frac{1}{2}\ \text{HDC}}{\text{tg}\ \frac{1}{2}\ (\text{HED}-\text{EHD})} = \frac{\text{tg}\ \frac{1}{2}\ \text{HDC}}{\text{tg}\ (\text{KDC}-\frac{1}{2}\ \text{HDC})}$

$$\frac{a+c}{a-c} = \frac{\text{tg}\ \frac{1}{2}\ A_m}{\text{tg}\ (A_e - \frac{1}{2}\ A_m)}$$

d'où l'on peut tirer $A_e - \frac{1}{2} A_m$. En y ajoutant $\frac{1}{2} A_m$ on trouve donc A_e (l'angle HED ou KDC).

On a de plus

$$\frac{a+c}{a-c} = \frac{\text{tg}\ \frac{1}{2}\ \text{KDC}}{\text{tg}\ \frac{1}{2}\ (\text{KED}-\text{EKD})} = \frac{\text{tg}\ \frac{1}{2}\ A_e}{\text{tg}\ (\text{KEC} - \frac{1}{2}\ A_e)}$$

On en tire KEC — $\frac{1}{2} A_e$, et en y ajoutant $\frac{1}{2} A_e$ on trouve l'angle KEC. Or, l'„anomalia coequata" A_c est telle que

$$\frac{\text{tg}\ A_c}{\text{tg}\ \text{KEC}} = \frac{\sqrt{a^2-c^2}}{a},$$

de sorte qu'on peut maintenant calculer ou construire A_c.

D'après ces équations on a

$$\operatorname{tg} A_e = \frac{\sqrt{a^2-c^2}}{a} \operatorname{tg} KEC$$

ou bien $$(1) \ldots \operatorname{tg} A_e = \frac{\sqrt{a^2-c^2}}{a} \operatorname{tg} \left[\operatorname{arc} \operatorname{tg} \left(\frac{a-c}{a+c} \operatorname{tg} \frac{A_e}{2} \right) + \tfrac{1}{2} A_e \right]$$

où $$(2) \ldots A_e = \tfrac{1}{2} A_m + \operatorname{arc} \operatorname{tg} \left(\frac{a-c}{a+c} \operatorname{tg} \frac{A_m}{2} \right)$$

La formule (1) ne peut être qu'une autre forme de celle de Kepler exprimant A_e en fonction de A_e favoir

$$\operatorname{tg} \frac{A_c}{2} = \sqrt{\frac{a-c}{a+c}} \operatorname{tg} \frac{A_e}{2}.$$

En développant, on verra que les deux formules font en effet parfaitement identiques.

Quant à la formule (2), nous avons vu plus haut que d'après fa théorie à lui Huygens obtient — ou aurait pu obtenir — l'équation

$$(A_e)_{\text{Huygens}} = \tfrac{1}{2} A_m + \operatorname{arc} \operatorname{tg} \left(\frac{a-c}{a+c} \operatorname{tg} \frac{A_m}{2} \right).$$

Les deux équations font abfolument identiques. Il paraît donc qu'on a — abftraction faite de la petite inexactitude qui confifte à prendre le triangle rectiligne EHK égal au triangle curviligne EHK —

$$(A_e)_{\text{Huygens}} = (A_e)_{\text{Kepler}},$$

ce qui veut dire que dans la figure, ou dans l'automate, la planète de Huygens coïncide toujours à fort peu près avec la planète de Kepler, bien entendu avec la planète de Kepler tranfportée du point N de l'ellipfe au point K de la circonférence de cercle fuivant une petite droite NK parallèle au petit axe de l'ellipfe. Il femble bien qu'en 1680—1681 Huygens était en droit de penfer que fa première équation à lui, ou plutôt l'enfemble de fes deux équations, fe montrerait „fortaffe propior veritati" que celles de Kepler.

Nous croyons encore devoir remarquer que Huygens a fait une faute de calcul à la p. 4 du Manufcrit F (comparez la note 38 de la p. 121) en écrivant que pour $A_m = 45°$ l'anomalie excentrique aurait pour Kepler la valeur 37°46', car pour $\frac{c}{a} = \frac{21}{100}$ — il s'agit, comme nous avons dit, de la planète Mercure — c'eft la valeur 37°38'

qui ſatiſfait à l'équation de Kepler $\frac{\pi}{180} 45 = \frac{\pi}{180} \mathcal{A}_e + \frac{c}{a} \sin \mathcal{A}_e$. Il n'y a donc pas ici, comme il le dit, une différence de 8′ entre l'anomalie excentrique de Kepler et la ſienne, au contraire les deux valeurs ſ'accordent exactement [39]).

Une note ajoutée par Huygens en 1688 aux pages conſidérées (§ 12 qui ſuit) fait voir, ce que nous avons déjà dit au début du préſent Avertiſſement, qu'après l'apparition des „Principia" de Newton il accepta la théorie de ce dernier et abandonna par conſéquent toute autre hypothèſe que celle de Kepler ſur la variation de la viteſſe des planètes. Comparez ſa note de 1689 (§ 7 à la p. 310 du T. XIX) ſ'appliquant aux comètes où il dit accepter déſormais, également avec Newton, l'idée que celles-ci ſe meuvent, non pas en lignes droites, mais en ellipſes (bien entendu, en ellipſes poſſédant, elles, de grandes excentricités) comme les planètes.

Au § 11 Huygens avait exprimé une autre idée, celle que l'orbite d'une planète, de la terre p.e., pourrait ne pas être préciſément ni une ellipſe ni une circonférence

[39]) Pour $(\mathcal{A}_e)_{\text{Kepler}} = \begin{Bmatrix} 45^\circ \\ 90^\circ \\ 135^\circ \end{Bmatrix}$ d'où $\mathcal{A}_m = \begin{Bmatrix} 53^\circ 30' 29'' \\ 102^\circ\ 1' 57'' \\ 143^\circ 30' 29'' \end{Bmatrix}$ nous trouvons $(\mathcal{A}_e)_{\text{Ward}} = \begin{Bmatrix} 44^\circ 19' 34'' \\ 89^\circ 54' 29'' \\ 135^\circ 36' 30'' \end{Bmatrix}$
(planète Mercure)

et $(\mathcal{A}_e)_{\text{Huygens}} = \begin{Bmatrix} 44^\circ 58' 20'' \\ 89^\circ 54' 35'' \\ 134^\circ 57' 44'' \end{Bmatrix}$

De même pour la planète Mars, où $\frac{c}{a} = 0{,}09265$, pour

$(\mathcal{A}_e)_{\text{Kepler}} = \begin{Bmatrix} 45^\circ \\ 90^\circ \\ 135^\circ \end{Bmatrix}$, d'ou $\mathcal{A}_m = \begin{Bmatrix} 48^\circ 45' 13'' \\ 95^\circ 18' 31'' \\ 148^\circ 45' 13'' \end{Bmatrix}$ $(\mathcal{A}_e)_{\text{Ward}} = \begin{Bmatrix} 44^\circ 52' 26'' \\ 89^\circ 59' 26'' \\ 135^\circ\ 7' 10'' \end{Bmatrix}$

et $(\mathcal{A}_e)_{\text{Huygens}} = \begin{Bmatrix} 44^\circ 59' 50'' \\ 89^\circ 59' 27'' \\ 134^\circ 59' 48'' \end{Bmatrix}$

de cercle (de l'avis de Boulliau aussi [40]) la forme elliptique de toutes les orbites n'avait pas encore été démontrée); ceci dans le but — ou plutôt dans le vague espoir — d'obtenir pour les vitesses aux apsides l'équation désirée $v_1 : v_2 = \frac{1}{\sqrt{r_1}} : \frac{1}{\sqrt{r_2}}$. Il semble du moins qu'il n'avait pas développé cette hypothèse plus longuement.

Nous ne disons rien ici des §§ 17—22 où Huygens traite de détails techniques pratiquement importants sans doute, mais qui ne peuvent, pensons-nous, intéresser la majeure partie de ceux qui s'occupent de l'histoire des sciences autant que ses vues théoriques.

Nous ne croyons devoir ajouter quelques mots encore que sur la question de savoir pourquoi Huygens différa durant de longues années la rédaction de la „Descriptio" du planétaire achevé en 1682; et aussi sur l'histoire des orbites circulaires excentriques.

Il nous semble, en considérant des Pièces telles que les „Pensees meslees" — de 1686? — qu'on trouve plus loin dans le présent Tome, que Huygens avait vaguement l'intention — de même qu'il en a été longtemps pour la théorie du mouvement, ainsi que pour la dioptrique et la théorie générale de la lumière qu'il voulait réunir en un tout avec le traité sur les couronnes et les parhélies — de joindre la description de l'automate à un ouvrage astronomique plus grand, et que ce ne fut que plus tard que — désespérant de mener à bonne fin la composition d'œuvres si vastes — il se résolut à écrire séparément l'Addition au discours de la cause de la pesanteur, le Cosmothéoros, et la Description du planétaire.

[40]) Astronomia Philolaica, p. 25 (Lib. I, Cap. XIII), après avoir parlé de la „via Elliptica": „etsi enim in Marte quodammodo id colligatur, in Venere nusquam potest: in terra quoque non ita planum, hi duo planetæ enim tantam orbium Excentricitatem non faciunt, ut sensibilis sit differentia, quæ inter Ellipsim, & circulum contingit, nec in utra harum figurarum moveantur cognoscere possumus ex observationum collatione. In Mercurio maxime sensibilis est Ellipsis, verùm iis locis apud nos non videtur, ex quibus rem ita esse certissimè colligamus, neque etiam in Saturno, & Iove negotium de facili confici potest. Rationes vero physicæ quas adducit Keplerus solertiam animi produnt, non veritatem patefaciunt".

Quant aux orbites circulaires excentriques, Huygens avait dans sa jeunesse étudié le système de Copernic — ou plutôt un système se rattachant à celui de Copernic — dans les œuvres de Philippus van Lansbergen ou Lansbergius [41]). Dans les „Theoricæ motuum cœlestium novæ, & genuinæ" de ce dernier [42]) l'auteur explique qu'à son avis les trois planètes supérieures, Saturne, Jupiter et Mars décrivent avec une vitesse uniforme autour du soleil des excentriques dont les centres se déplacent uniformément sur certains „circelli". Pour Vénus et Mercure la théorie „nonnihil differt à Theoria motus trium superiorum Planetarum". Vénus se meut toujours sur un cercle excentrique, Mercure sur un épicycle dont le centre décrit un excentrique.

En 1653 [43]) Huygens fit connaissance avec la „Nederduytsche Astronomia" de cette année de D. Rembrantsz. van Nierop, copernicain et partisan des tourbillons de Descartes [44]), qui cite aussi e.a. van Lansbergen, ainsi que l'„Astronomia Danica" de Chr. Longomontanus, élève de Tycho Brahé [45]) et maintenant comme lui la terre au centre du monde, tout en lui donnant le mouvement diurne de rotation que Brahé lui refusait. Pour Longomontanus, comme pour Brahé, les planètes tournent autour du soleil. Dans le „Lib. Sec. Theoricorum, de motibus reliquorum [c.à.d. autres que le soleil et la lune] quinque planetarum restitutis" il n'admet pas les ellipses de Kepler, voulant maintenir, comme Ptolémée et Copernic, „quod motus corporum cœlestium sit æqualis et circularis perpetuus vel è circularibus compositus", ce qui donne lieu, de même que dans l'Almageste, à des constructions compliquées.

Quant à van Nierop, nous [46]) avons dit à la p. 517 du T. XV que celui-ci fait tourner les planètes dans des excentriques autour du soleil, tout en reconnaissant que la théorie du mouvement elliptique, telle que l'admet Kepler, est, par opposition à sa propre théorie, „*correcte* [nous soulignons], mais compliquée et laborieuse".

[41]) Consultez la p. 8 de notre T. I, où sont aussi mentionnées les oeuvres de Ptolémée, de Copernic et de Tycho Brahé.

[42]) Faisant partie, d'après l'index des „Opera Omnia", de ses „Tabulæ motuum coelestium perpetuæ" de 1633.

[43]) T. I, p. 245. On trouve à cette page le titre complet de la deuxième édition, de 1658, de l'ouvrage de Rembrantsz. van Nierop.

[44]) Ils sont représentés à la p. 2 de la „Nederduytsche Astronomia". Van Nierop avait connu Descartes personnellement.

[45]) Voyez le titre complet de l'„Astronomia Danica" deuxième édition, de 1640, à la p. 497 du T. V. La première édition est de 1622. L'une et l'autre à Amsterdam.

[46]) Ou plutôt, pour parler plus clairement, les rédacteurs du T. XV.

L'auteur du préſent Avertiſſement n'eſt pas de cet avis. C'eſt bien dans des excentriques que, d'un mouvement non-uniforme, van Nierop fait tourner les planètes, et il reconnaît (p. 170—171) que ceci n'eſt à peu près exact que durant 2000 ou 3000 ans („na genoegh in deſe twee of drie 1000 jaer"); c'eſt pour cela, dit-il, que Kepler fait ſon calcul etc. („Hierom iſt dat I. Keplerus ſijn rekeninghe maeckt, etc."). Mais „dit was wel prijſelijck / bij ſoo veer de bewegingh in ſelfs volkomenheydt hadde / ende dan wel juyſt bekendt was / 't welck doch geen van beyden is / daerom met recht onnodigh geacht", ce qu'on peut traduire comme ſuit: „Ceci était certainement louable, pour autant que le mouvement eût poſſédé en lui-même de la perfection, et qu'il fût parfaitement connu, ce qui pourtant n'eſt pas, ni l'un ni l'autre, par conſéquent à bon droit jugé inutile." A la p. 39 de l'Appendice („Aenhangh") van Nierop dit, après avoir parlé de la théorie de Copernic: „Hier nae I. Keplerus de Planeten in een Ellips of lank-ront geſtelt te lopen / waer me dat men oock na genoegh tot het begeerde kan geraken" (Après lui Kepler a poſé que les planètes parcourent une ellipſe, moyennant quoi on peut auſſi parvenir à peu près au but déſiré).

Ce n'eſt donc apparemment pas dans van Nierop que Huygens eût pu puiſer la conviction que la théorie de Kepler eſt de toutes la plus exacte.

Bientôt après 1653 Huygens conſtruiſit ſa „tabula lignea" ou plutôt ſes deux „tabulæ ligneæ" aujourd'hui perdues qui repréſentaient les orbites planétaires [47]). On peut, nous ſemble-t-il, les conſidérer comme dérivés directement du „Planeetwyſer om de plaetſen der planeeten in lengte en brete te vinden", grande figure qui ſe trouve dans la „Nederduytſche Aſtronomia", où les planètes, comme nous l'avons dit, parcourent des excentriques autour du ſoleil [48]). Mais il ne s'agiſſait pas d'une ſimple copie puiſqu'il fut queſtion en avril 1673 d'une publication de ces tables de Huygens: voyez, aux p. 270—276 de notre T. VII, ſa lettre à un certain Royer, où l'on voit auſſi que Huygens avait introduit dans ſes „tabulæ ligneæ" des données des Tables Rudolphines de Kepler. Or, comme Huygens ne dit point dans cette lettre que les planètes, ou certaines planètes, décrivent des ellipſes, ce qu'il n'aurait

[47]) Huygens fait mention de sa „tabula lignea" déjà en 1657. Voyez la p. 56 du T. XV.

[48]) Le „Planeetwyser" est mentionné par van Nierop dans le titre de la „Nederduytsche Astronomia".

guère pu taire s'il en avait été ainsi, il appert que les „orbites" dont il parle étaient des cercles excentriques, parcourus d'un mouvement non-uniforme. Voyez aussi dans la l. 6 de la 271 du dit T. VII l'expression „chemin orbite ou Eccentrique" et dans la deuxième ligne d'en bas de la p. 273 l'expression „cercles ou orbites".

C'est ce mouvement non-uniforme, croyons-nous pouvoir ajouter, que Huygens a précisé et mis pour ainsi dire en équation dans son planétaire. On peut remarquer que la construction de la longitude d'une planète des „tabulæ ligneæ", telle que la décrit le troisième alinéa de la p. 271 du T. VII, est identique avec celle de la figure de la p. 126 qui précède. Cette construction se rattache, comme on peut le voir à la p. 143 qui suit, à une construction de Cavalieri dans son „Directorium generale uranometricum" de 1632 [49]) que Huygens connaissait déjà avant 1657 [50]) et qui a donc peut-être eu une certaine influence sur lui.

[49]) Pars secunda, Cap. IV, p. 148 et suiv. „Annotatio circa Kepleri anomalias".
[50]) Voyez la p. 202 du T. XX.

PROJET DE 1680—1681, PARTIELLEMENT EXÉCUTÉ À PARIS, D'UN PLANÉTAIRE TENANT COMPTE DE LA VARIATION DES VITESSES DES PLANÈTES DANS LEURS ORBITES SUPPOSÉES ELLIPTIQUES OU CIRCULAIRES, ET CONSIDÉRATION DE DIVERSES HYPOTHÈSES SUR CETTE VARIATION.

§ 1 [1]). Major diameter ellipsis	Mercurij	ad minorem	ut	1000 ad 978.
„	Martis	„	ut	1000 ad 996.
„	Jovis	„	ut	10000 ad 9988.
„	Saturni	„	ut	1000 ad 998.

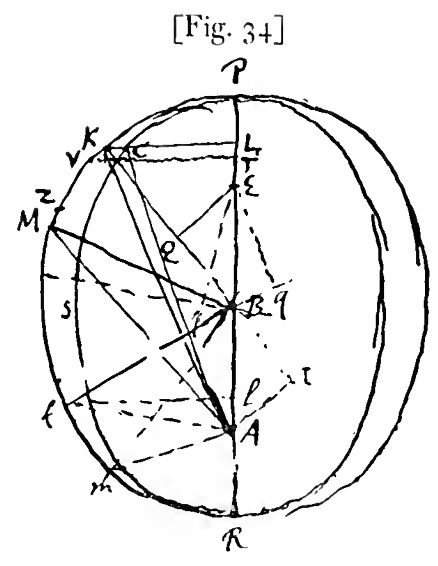
Comparez la première table du § 15 qui suit où figurent aussi la Terre et Vénus.

Les nombres du présent § s'accordent exactement avec les données du § 15 qui suit excepté dans le cas de Saturne: pour cette planète le rapport ici considéré devrait être „ut 10000 ad 9984"

---

§ 2. Comme nous l'avons dit dans l'Avertissemen. nous intercalons ici une page (f. 14 r) du Manuscrit G, datant de septembre 1690.

[Fig. 34]



In Kepleri hypothesi ex anomalia media invenire anomaliam excentri et coequatam tentando (alternis excedet justam magnitudinem et ab ea deficiet).

Sit PCS [Fig. 34] Orbita Planetae Elliptica. B centrum, A focus in quo Sol. Focus alter E. Sit etiam diametro PR circumscriptus ellipsi circulus PMR. In quo arcus PM designet motum seu anomaliam mediam ab aphelio P, puta 60 gr. Quod si jam in ellipsi ita duci possit AC ut area PAC sit ad totam Ellipsin sicut sector PBM ad totum circulum; erit tunc C locus planetae, et angulus PAR ille quem vocat anomaliam coequatam.

---

[1]) Manuscrit F, p. 5. Voyez sur la date la note 11 de la p. 138.

Quia autem ductâ KCL, in axem PR perpendiculari, eandem rationem habet area PAK ad circulum totum quam area PAC ad ellipſin: Requiritur tantùm ut ita ducatur AK, ut area PAK ſit aequalis ſectori PBM. Tunc arcus PK erit anomalia Eccentri Kepleriana. Componitur autem area PAK ex ſectore PBK et triangulo BAK; quorum quidem ſector PBK aequatur $\frac{1}{2}$ □ ° ex arcu PK in radium BR, triangulus vero BAK aequatur $\frac{1}{2}$ □ AB, KL ſive $\frac{1}{2}$ □ EQ in BK, ducta ſcilicet ex E foco perpendiculari EQ in BK. Nam ut BK ad KL ita AB ſeu BE ad EQ. Si igitur EQ eſſet aequalis arcui KM, jam area PAK aequalis eſſet ſectori PBM, quod quaerebatur. Porro quia ut BK ad AB, ita KL ad EQ; eſtque proportio data ac conſtans BK ad AB; erit et EQ ſemper pars eadem ſinus KL. Oportet igitur invenire arcum PK talem, ut addita ex parte proportionali ſinus ſui KL, ſecundum rationem BA ad BK vel BR, hoc est ſecundum rationem excentricitatis ad dimidium axem, ſumma ſiat aequalis arcui anomaliae mediae datae.

Hoc autem ſit tentando. Et ſi nimius adſumtus ſuit arcus PK, auferendo ab eo inventum exceſſum, vel ſi nimis parvus fuit adſumtus, addendo deſectum. Statim enim admodum prope ad verum devenitur, quia in planetis omnibus excentricitas exigua eſt ratione ſemiaxis. Nam ſi exempli gratia arcus PK aequo minor fuerit inventus, deſectu ZM, cumque in ſecunda poſitione addam arcui PK ponendo KV ∞ ZM, ut ſit jam arcus PV, jam quidem hic, una cum parte proportionali, qualem diximus, ſinus KL, aequalis erit arcui PM; ſed idem arcus PV una cum parte proportionali ſinus ſui VT, paulum excedet arcum PM, quanto ſcilicet pars iſta proportionalis ſinus VT ſuperat partem proportionalem ſinus KL quod exiguum eſt. Et ſi rurſus exceſſus hic exiguus auferatur ab arcu PV, devenietur ad differentiolam deficientem multo minorem. Decreſcent enim hae deſectuum et exceſſuum differentiolae fere ſecundum rationem compoſitam ex KB ad BL et KB ſeu RB ad BA. Eſt autem BA pars exigua BR in omnibus Planetarum orbibus.

Aliter poſſumus ſinum KL ducere in BA, et productum, hoc est, duplum trianguli KBA, dividere per BK, unde facta AI debet aequari arcui KM. reductis nempe gradibus ſecundum dimenſionem circumferentiae. atque hoc eodem redit quo praecedens methodus. quoque etiam Kepleriana pag. 696 Epit. astron. [2]) Sed ille longior et obſcurus, nec explicat cauſam approximationis.

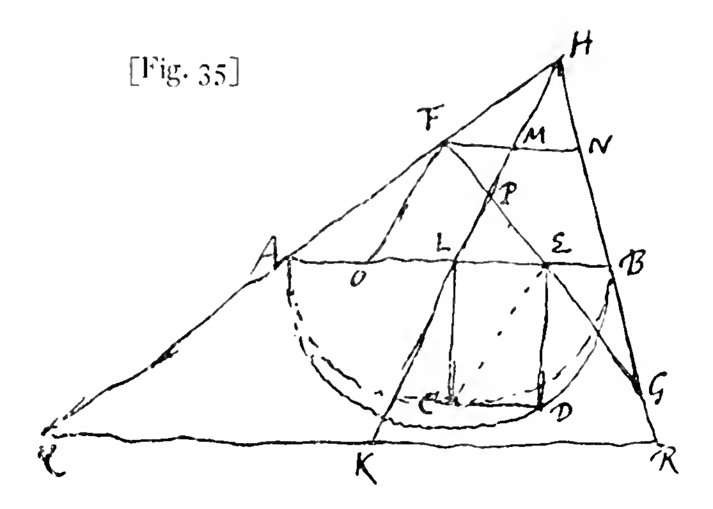
---

[2]) „Epitome Astronomiæ Copernicanæ, Vsitatâ formâ Quæstionum & Responsionum conscripta, inque VII. Libros digesta. Etc.". Authore Ioanne Keplero etc. Francofurti, Imp. I. G. Schönwetteri MDCXXXV. C'est en effet à la p. 696 où se termine le chapitre du Lib. V „De angulo ad solem. Doce computare anomaliam coæquatam seu angulum ad solem", que l'on trouve une ſigure semblable à celle de la présente Pièce et les calculs correspondants.

§ 3 [3]). DE HYPOTHESI BULLIALDI [4]).

Conum fcalenum invenire et in eo fectionem datæ ellipfi fimilem et æqualem, cujus focorum alter fit in coni diametro.

Sit Ellipfis ACB, cujus axis AB, minor diameter LC [Fig. 35]. Sit ADB femicir-



[Fig. 35]

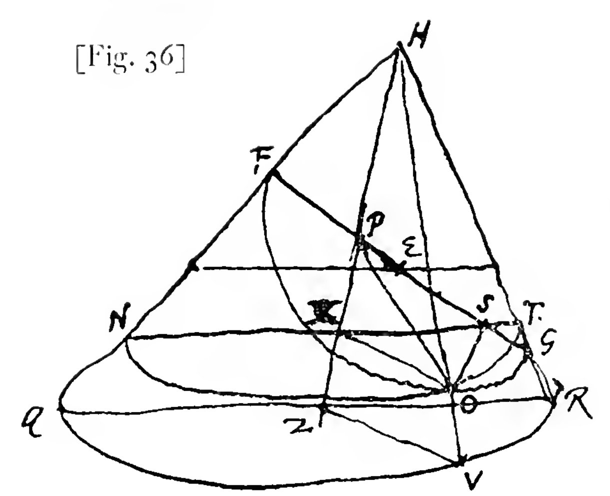
culus. CD parallela AB. DE parallela CL. Secet FEG rectam AB, quocumque angulo inclinata. Sintque EF, EG fingulæ æquales AL vel LB. Et ducantur AF, GB, concurrentes in H. Sitque QR parallela AB. Erit jam conus quæfitus QHR, cujus axis HLK, fectionis ellipticæ diameter major FG. focorum alter P ubi HK fecat FG. Ipfaque ellipfis fimilis et æqualis datæ ACB.

Ducatur enim FN parallela AB, et fecans HK in M. item FO parallela HK. Quia ergo FG bifariam fecta eft in E, erit EB æqualis $\frac{1}{2}$ FN, hoc eft ipfi FM, hoc eft OL. Quare addita communi LE, erit OE æqualis LB five EF. unde et PF æqualis OL five EB. Eft autem rectangulum AEB hoc eft qu. ED æquale quadrato minoris axis ellipfeos FG. ideoque minor hic axis æqualis ED five LC. Sed et axis FG æqualis ex conftructione axi AB. Ergo ellipfis FG fimilis et æqualis ellipfi ACB. Sed E eft focus ellipfis ACB quia CE æqualis LD five LB. Ergo cum FP fit æqualis EB erit et P focus ellipfis FG.

3) Manuscrit F, p. 9 et 10.

4) Voyez l'Avertissement sur les ouvrages de Boulliau et de Seth Ward se rapportant à cette hypothèse.

[Fig. 36]

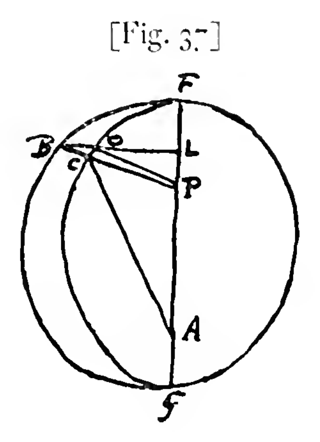


Collocata elliptica planetæ orbita FG in cono uti dictum. hypothesis Bullialdi est moveri planetam per lineam ellipticam FOG [Fig. 36], hoc modo ut semper sit in recta quæ altera extremitate manet in coni vertice H, altera æquabili motu circumducitur per circonferentiam basis QR. Unde si planeta sit in puncto aliquo orbitæ ellipticæ O ducta ex vertice ad basin recta HOV, angulus QZV erit angulus anomaliæ mediæ.

Demonstrat autem Wardus, ducta PO ex foco ellipsis qui est in axe HZ, angulum FPO æquari angulo QZV. ideoque hypothesin Bullialdi eandem esse atque illam quæ æquabilem planetæ motum tribuit circa ellipticæ orbitæ focorum alterum, dum alter focus ponitur locus solis.

En marge: Demonstratio Wardi. Sit OS perpend. in NT, et NOT sectio coni basi parallela secans axem HZ in X, et jungatur OX. Erit eadem OS perpend. in FG, quia est perpend. in planum per axem QRH. In triangulis igitur rectangulis PSO, XSO æquales sunt PS ipsi XS per præced. et SO communis, unde angulus OPS æqualis OXS, ac proinde FPO æqu. NXO sive QZV.

[Fig. 37]

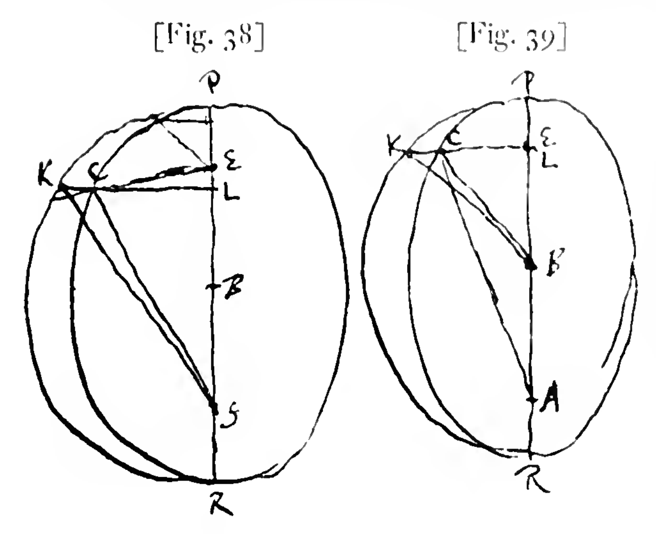


Cum hæc sit Bullialdi hypothesis, nescio cur Mercator dicat [5]) *Bullialdum limitationem quandam addidisse quæ est hujusmodi.* (En marge: Limitationem hanc inveni in responsione Bullialdi ad ea quæ S. Wardus objecerat.) Sit angulus FPO [Fig. 37] anomalia media, LOB perpend. axi FG, quæ secet circonferentiam FBG in B, unde ducta BP ad focum P, secet ellipticam planetæ orbitam in C. Erit, ex limitatione ista, planeta in C, qui alioqui futurus erat in O.

Dicit autem Bullialdus effecisse ut calculus suus satisfaceret observatis, hypothesin vero, quam Bullialdi veram esse ostendimus, à coelo aberrare sæpius affirmat, atque in Marte quidem ad gradus semissem ferè.

[5]) Voyez la note 25 de la p. 141 qui suit.

§ 4 [6]). BP radius 100000 [Fig. 38 et 39]. BA vel BE excentricitas 9265 in Marte. 1745,33 gradus 1 in partibus [7]).



[Fig. 38] [Fig. 39]

Anomaliæ mediæ 90°. convenit anomalia eccentri PK gr. 84°43′ secundum hypothesin Kepleri. At secundum hypothesin Wardi PK est 84°41′ cadente perpendiculari KL in E focum, quia angulus PEK anomaliæ mediæ secundum hanc hypothesin est 90° [8]).

Voyez l'Avertissement qui précède sur les équations qui expriment les hypothèses de Kepler et de Ward.

Sit rursus anomalia media data 45°. quæritur [selon l'hypothèse de Kepler] arcus PK anomaliæ excentri. Oportet invenire arcum PK qui additus ad rectam quæ sit ad sinum KL ut AB ad BR, faciat summam æqualem arcui 45 gr. [9]).

Sit PK 40 gr. BR ——— BA ——— sin 40° ——— ....
100000 ——— 9265 ——— 64279 ——— 5956 [10])

1745,33 unus gr.
40
69813, 2
5956 — 2771
75769 — 1745 1 gr.
78540 — 1026
2771

1745,33 unus gr.
45°
78539,85

2771
1745,33
41
71558,53
Etc.

---

[6]) Manuscrit E p. 263 (dernière page du Manuscrit). À la p. 239 se rrouve la date du 11 mai 1680.

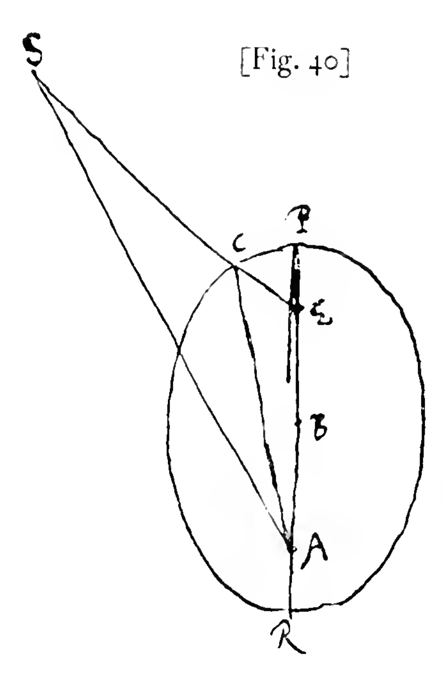
On voit que Huygens résout la première équation de Kepler „tentando”: après avoir pris 40° pour l’„anomalia eccentri” A_e il prend maintenant 41°. Il trouve ainsi PK 41°28 ſecundum Keplerum.

Il calcule ensuite que cet arc PK ou angle A_e vaut 41°22′ ſec. Ward [8]).

§ 5 [11]). Theorema trigonometricum utile ad inveniendam anomaliam coequatam ex anomalia media in hypotheſi Wardi et Pagani [12]) Elliptica. quæ eadem et Bullialdi.

ABC triangulum. Erit ut ſumma laterum AB, BC ad eorum differentiam ita tangens dimidiæ ſummæ angulorum A, C, ad tangentem dimidiæ ipſorum differentiæ.

Nous avons déjà publié à la p. 457 du T. XX la démonstration donnée ici par Huygens de ce théorème trigonométrique.



[Fig. 40]

Data anomalia media [13]), invenire coequatam [14]), hoc eſt dato angulo PEC [Fig. 40] motus æquabilis planetæ circa focum ellipſis E, invenire angulum CAE, qui et angulus ad ſolem vocatur, quia in A ſol ſtatuitur, C eſt planeta [suivant l’hypothèse de Ward ou, si l’on veut, de Boulliau et de Ward]. Producatur EC ut ſit CS æqualis CA. Eſt ergo angulus CEP ſumma duorum ESA, EAS. angulus vero CAE æqualis differentiæ eorundem, quia CAS æqualis CSA.

Ergo ex theoremate præcedente ut ES + EA ad ES — EA ita tang. $\frac{1}{2}$ CEP ad tang. $\frac{1}{2}$ CAP. Sed ES + EA æqu. 2 AP quia ES ∞ EC + CA ſive ∞ PR, cui addita EA ſit 2 AP. At ES — EA æquatur duplæ AR. Ergo ut 2 AP ad 2 AR ſive ut AP ad AR ita tang. $\frac{1}{2}$ CEP ad tang. $\frac{1}{2}$ CAP. Eſt autem ratio AP ad AR conſtans ac perpetua in ſingulis

7) C.à.d. $\frac{\pi r}{180}$, où r = 100000, = 1745,33.

8) Voyez sur les calculs suivant l’hypothèse de Ward le § 5 qui suit.

9) Première équation de Kepler, comme nous l’avons dit aussi à la p. 116 qui précède, en parlant du présent calcul.

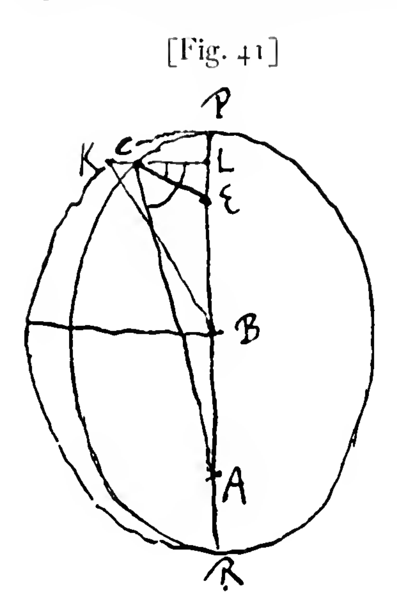
10) Huygens calcule ce nombre à l’aide de logarithmes.

11) Manuscrit F, p. 3 et 4. Toutes les dates (peu nombreuses) sont de 1680 (la première étant celle du 16 novembre 1680 à la p. 39) jusqu’à la p. 45 inclusivement (27 décembre 1680). Voyez aussi la note 6 de la p. 137. La p. 55 porte la date du 16 février 1681.

12) Il est question de l’ouvrage de 1657 de Bl.F.de Pagan publié à Paris et intitulé „Tractatus de theoria planetarum, in quo omnes orbes coelestes geometrice ordinantur contra sententiam communem astronomorum”.

planetarum orbitis. Ergo ad inveniendum angulum CAP, opus solummodo ut logarithmus rationis PA ad AR, hoc est differentia logarithmorum PA, AR, auferatur à logarithmo tangentis $\frac{1}{2}$ anguli CEP. Nam reliquum erit log. tang. $\frac{1}{2}$ anguli CAP.

[Fig. 41]



§ 6. PKR [Fig. 41] est semicirculus, KCL perpend. PR. Volo ex cognitis angulis CEP, CAP, invenire arcum PK quem Keplerus vocat anomaliam Excentri.

Deinde ex eadem anomalia media data 45° inveniam secundum hypothesin Kepleri eundem arcum PK ut pateat differentia quæ hic est inter hypotheses Wardi et Kepleri.

Exempli gratia in Mercurij orbita. BP est ad excentric. BE ut 100,000 ad 21,000 secundum Keplerum. Ergo PA ad AR ut 121000 ad 79000 sive ut 121 ad 79.

Sed 121 log. est 2,0827854
79 1,8976271
diff.ª 0,1851583 qui ergo est logarithmus perpetuus ad anomalias Mercurij.

Sit ∠ PEC 45°, ejus dimid. 22.30'.

Calcul suivant l'hypothèse de Ward:

log.perpetuus [15]) 0,1851583 } aufer ab inferiore
log.tang.22°30' 9,6172243 }

9,4320660 log.tang.15°.7'59 2

∠ CAP 30.15.58

22.30. 0
15. 7.59

37.37.59 angulus KBP mihi [16])
37.46. 0 „ KBP Keplero [17]).

8'. 1"

9.53203 30.15.27
0.18516 adde 32.35

9.34687 tang.12.32' 30.48. 2
18.48'

Anomalia coequata { mihi 31.20'0 [16]) Wardo 30.15.58
{ Keplero 30.48.2 Keplero 30.48. 2

mea excedit 0.31.58 Wardi deficit 0.32'. 4.

§ 7 [18]). Regula [Kepleri] eſt in fine libri E [19]). Inveniatur arcus PK ejuſinodi ut additus parti ſui ſinus quæ ſit ad ipſum ſinum ſicut BA ad BR, ſumma æquetur ipſi arcui anomaliæ mediæ datæ. hoc autem fit tentando, et exceſſum vel defectum in primo tentamine inventum auferendo vel addendo arcui adſumto.

In præcedente exemplo [§ 6] (ponitur hic anomalia media 45 gr.) ſemel tentaſſe ſufficit [20]) quia prima adſumtio 37° jam proxima erat veræ.

37. 46 [20])	arcus PK ſec. hyp. Kepleri
37. 0	arcus PK ſec. hyp. Wardi
46′	differentia arcuum PK
37° 38′	arcus PK mihi
8′	differo a Keplero, hoc eſt ſecundum viam eam

quam in automato ſecutus ſum [21]).

§ 8 [22]) [Fig. 42]

Sit anomalia media 90°, nempe angulus PEK [Fig. 42]. Ergo ad inveniendum arcum PK in hypotheſi Wardi; quia BK eſt 100000 et EB 21000, erit arcus KP æqualis complemento arcus cujus

ſinus	21000		
proximiter	20990	12.7′.22″	
	010	90.0. 0	
		77.52.38	arcus PK ex Wardi hyp.
		78.14′	ex hyp. Kepleri
		21′	differentia

Etc. Nous ne croyons pas devoir reproduire tous les calculs des p. 4—6 du Manuscrit.

Exemplum Kepleri p. 696 [23]). Examinatur mea methodo ut quantum interſit appareat. Datur anomalia media, hoc eſt arcus KAP 50°.9′.10″. invenienda eſt anomalia excentri PK arcus.

---

13) Désignée dans les équations de l'Avertissement par A_m.

14) Désignée dans les équations de l'Avertissement par A_t.

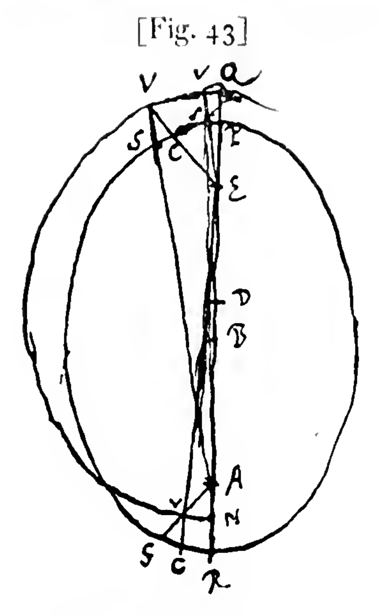
15) C'est le logarithme de $\frac{a+c}{a-c}$, où a désigne le demi grand axe de l'ellipse et c son excentricité linéaire.

16) Voyez ce que nous disons sur ce calcul à la p. 121 qui précède.

17) Il y a ici une erreur de calcul, comme nous l'avons dit aussi aux p. 121 et 127 qui précèdent. Comparez la note 20 qui suit.

18) Manuscrit F, p. 5.

19) Comparez le § 4 qui précède.



[Fig. 43]

§ 9 [24]). AE [Fig. 43] diſtantia focorum ſecta in D media et extrema ratione ſecundum hypotheſin Mercatoris [25]). Rad. DQ, DN ∞ BP, BR. Quæro an eandem rationem celeritatum in P et R faciat quam Wardus et Keplerus.

Invenio celeritatem in R ad celeritatem in P paulo majorem fieri ex hypotheſi Mercatoris. ſed perexigua differentia.

Voluiſſem minorem eam proportionem fuiſſe nam hoc naturæ convenientius ſi motum materiæ vorticis ſolaris ſpectemus; qui facit celeritates planetarum duorum in ratione contraria ſubduplicata diſtantiarum. At Keplerus et Wardus in ipſa ratione contraria diſtantiarum faciunt celeritates ejuſdem planetæ. Mercator in paulo majore. Mirum in his hypotheſibus qui poſſit materia vorticis conferre motum planetæ perihelio, ſuo ipſius motu celeriorem [26]).

Pour Mercure	AP 121000 ⊤ AR 79000	log AP 4.0827854	AR 3.8976271
	QE 83957 ⊤ QA 125957	QE 3.9240207	QA 4.1003705
	NA 74043 ⊤ NE 116043	NA 3.8694664	NE 4.0644580
12.0624556		11.8762725	12.0624556
11.8762725			

0.1861831 log. proportionis celeritatum in R et P ſecundum hypotheſin Mercatoris [27]).

[20]) Voyez la note 17 qui précède. L'erreur de calcul s'explique, comme on voit, par le fait que Huygens a fait l'interpolation d'une manière trop grossière.

[21]) Nous avons cité ces dernières paroles à la p. 122 de l'Avertissement.

[22]) Manuscrit F, p. 5 et 6.

[23]) De l'„Epitome Astronomiae Copernicanae". Comparez sur cette p. 696 la fin du § 2 qui précède.

[24]) Manuscrit F, p. 7.

[25]) Voyez sur les ouvrages astronomiques de N. Mercator et sur son hypothèse les notes 33 et 34 de la p. 120 qui précède.

Au sujet de l'hypothèse de Ward Mercator écrit à la fin du Cap. XXI du Lib. II de ses „Institutiones astronomicae": „Neque intra pauca minuta continetur iste dissensus à coelo, sed in Marte aliquando ad dimidium ferè gradum ascendere potest, id quod nemo unquam observationum vitio adscripserit. Neque latuit Keplerum, hoc incommodum secuturum ordinationem motûs æquabilis circa focum superiorem, qui dixerat in suâ epitome, eam *ferè* sic accipi posse; verùm illud *ferè* tantam habebat latitudinem, ut ab illo abstinendum sibi duxerit".

7900 —— 12100 ſecundum Kepler et Ward.

4.0827854
3.8976271

0.1851583 log. proportionis celeritatum in R et P ſecundum hypotheſes Kepleri et Wardi.

§ 10 [28]). Ex diametris apparentibus solis è terra perihelia et aphelia determinanda eſſet proportio harum diſtantiarum. Deinde motus terræ in 7 vel 8 diebus inveniendus in utraque diſtantia ope horologiorum et calculi, obſervando quanto tempore poſt vel ante fixam quandam ſtellam ſol quotidie ad meridianum perveniat.

Sic poſſet ſciri an celeritates terræ ſint in contraria ratione diſtantiarum à ſole, an in contrariæ ſubduplicata.

Quod ſi poſterius in Terra obtinet, idem ſine dubio et in reliquis planetis.

En marge: Vide obſervationes diametri solis Moutoni, Piccardi [29]).

Conſtituta theoria Solis ſive Terræ, orbitæ ☿ figura quærenda obſervationibus maximarum digreſſionum à Sole.

On voit que suivant Huygens l'orbite de Mercure n'a pas encore été déterminée avec assez de précision, aussi peu que celle de la terre.

---

[26]) Nous avons cité cette sentence à la p. 121 de l'Avertissement qui précède.

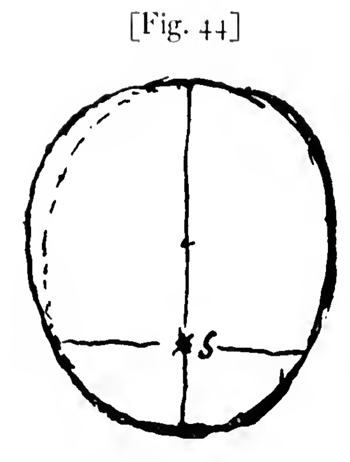
[27]) Le soleil se trouve au foyer A de l'ellipse PSR. Le rayon vecteur EV tourne uniformément autour du deuxième foyer E. B est le centre de l'ellipse. On peut se figurer que D est le point qui divise AE en moyenne et extrême raison. V est un point de la circonférence de cercle décrite du centre D avec le rayon a (demi grand axe). La planète se trouve par hypothèse en S, point d'intersection de la droite VA avec l'ellipse. La vitesse de la planète à l'aphélie P est $v_1 = \frac{PP'}{t}$, t étant le temps infiniment court pendant lequel le rayon vecteur tourne de EQ en EQ' (Q et Q' se trouvant sur la circonférence de cercle). De même $v_2 = \frac{RR'}{t}$ est la vitesse au périhélie. Le mouvement correspondant à RR' du rayon vecteur est de EN en EN' (N et N' se trouvant sur la circonférence de cercle). On a $v_1 : v_2 = PP' : RR'$. Or, $PP' : QQ' = PA : QA$ et $RR' : NN' = AR : AN$. Donc $v_1 : v_2 = QQ'.PA.AN : NN'.AR.QA$. Mais $QQ' : NN' = QE : NE$. Donc $\frac{v_1}{v_2} = \frac{PA}{QA} \cdot \frac{AN}{AR} \cdot \frac{QE}{NE}$.

[28]) Manuscrit F, p. 8.

[29]) G. Mouton „Observationes Diametrorum Solis et Lunae apparentium", 1670; voyez le titre complet à la p. 59 du T. XVIII. Consultez sur la méthode d'observer d'Auzout et de Picard la note 2 de la p. 91 qui précède.

§ 11 [30]). Forſan planeta minori tempore à perihelio ad aphelium pervenit quam ab hoc ad illud.

[Fig. 44]



Forſan hujusmodi eſt planetæ orbita; arctior ſcilicet verſus ſolem [Fig. 44]. Quo fiet ut, poſita excentricitate terræ dimidia tantum ejus quæ fuit veteribus, mora longior in hemiſpherio aphelij quam perihelij ea eſſe poſſit quæ revera obſervatur etiamſi celeritas in perihelio ad celeritatem in aphelio ponatur in ſubdupla ratione diſtantiarum, quod omnino naturæ conveniret.

Obſervationibus inveſtigandus eſſet progreſſus Terræ diurnus circa aphelium et perihelium. Et diſtantiæ a Sole ex obſervatis ſolis diametris colligendæ, quod jam ſatis accurate præſtitum a Moutono et Picardo [29]).

§ 12. Note ajoutée plus tard (Man. F. p. 8): 14 Dec. 1688. Hasce omnes difficultates abſtulit Clar. vir. Neutonus, ſimul cum vorticibus Carteſianis; docuitque planetas retineri in orbitis ſuis gravitatione verſus ſolem. Et excentricos neceſſario fieri figuræ Ellipticæ. Valeat igitur et Wardi, Pagani et Bullialdi prima hypotheſis.

Pour la machine Planetaire [31]).

§ 13 [32]). AOC [Fig. 45] orbita planetæ elliptica, puta Mercurij, quæ huic prorſus ſimilis eſt ſecundum Keplerum, atque omnium maxime a circulo recedit. Focus alter E. Sit ABC circulus circumſcriptus centrum habens D. Et oporteat ex anomalia media invenire coequatam. Id hoc modo proxime aſſequemur. Sit arcus CH æqualis anomaliæ mediæ datæ. — En marge: Vide an ſimile quid invenerit Bonaventura Cavallerius apud Ricciolum [33]). — Et ex foco ubi ſol ponitur, jungatur EH, et huic

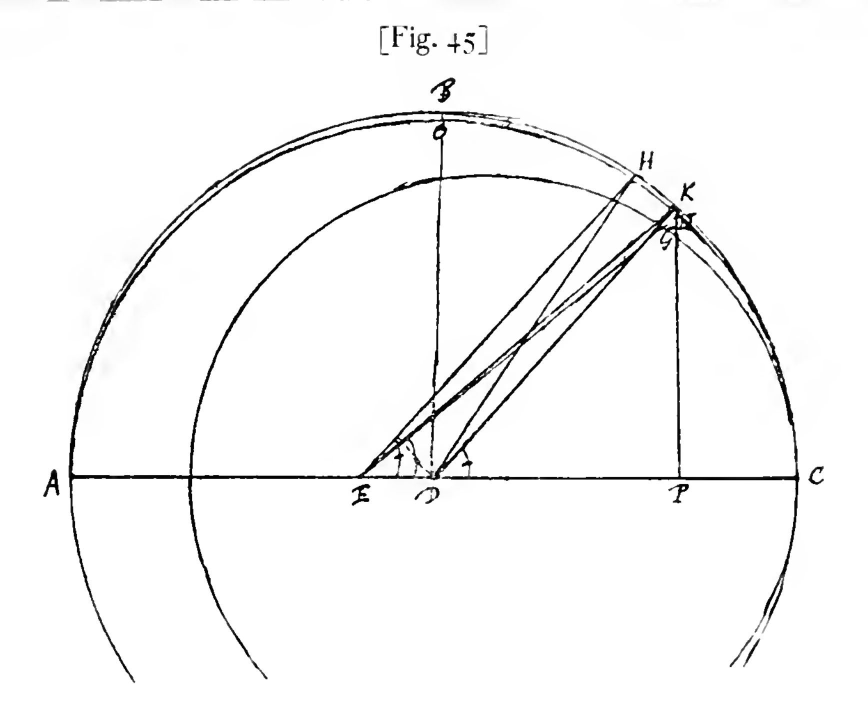
[30]) Manuscrit F, p. 8.

[31]) Nous empruntons ce titre à la p. 24 du Manuscrit F.

[32]) Feuille collée sur la p. 23 du Manuscrit. Voyez sur ce § et le suivant les p. 125 et suiv. de l'Avertissement,

[33]) Huygens fait alluſion au Scholium III (p. 535) à la Prop. 3 „Planetæ iter est per lineam Ooidem id est Ouiformem, seu Ellipticam; seu Orbis illum deferens non est perfectus circulus, sed Ellipsis" du Caput V „De Hypothesi Kepleri, & Bullialdi" de la Sectio Secunda „De motu

[Fig. 45]



parallela agatur DK, ac jungatur EK. Erit jam arcus KC anomalia excentri proximè. Nam quia DK parallela eſt EH, erit triang. DEH æquale triangulo DHK quod inſenſibiliter differt a ſectore DHK, arcui HK inſiſtente. Quare addito utrinque ſectore DKC, fit ſpatium EKC æquale proximè ſectori DHC, ideoque arcus KC proxime anomalia excentri conveniens anomaliæ mediæ HC.

Angulus autem KDC æqualis eſt angulo HEC qui habetur hoc modo, ſcilicet faciendo ut ſumma laterum ED, DH ad eorum differentiam, hoc eſt, ut EC ad EA, ita

longitudinis Saturni Iovis et Martis ejusque Theorica, & Hypotheseos Fundamentis" du Liber Septimus „De quinque Planetis minoribus" (les deux autres étant suivant l'auteur, comme suivant les anciens, le soleil et la lune) de la Pars Prior Tomi Primi (Bononiæ, ex typ. hær. V. Benatij MDCLI) de l' „Almagestum Novum, astronomiam veterem novamque complectens etc.", auctore P. Ioanne Baptista Ricciolo Societatis Iesu Ferrariensi, Philosophiæ, Theologiæ & Astronomiæ professore.

Riccioli y cite le „Directorium generale uranometricum" de 1632 de B. Cavalieri, ouvrage que Huygens connaissait d'ailleurs aussi lui-même (voyez la p. 202 de notre T. XX).

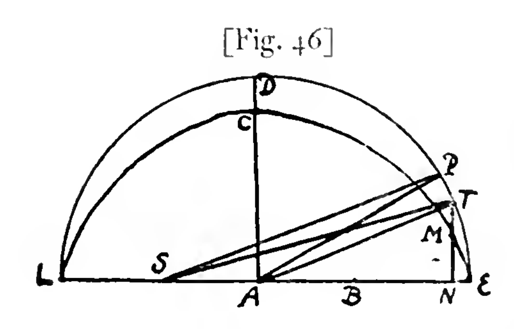
Dans le passage en question Cavalieri tire en effet (pour employer les lettres de notre Fig. 45) la droite DK parallèle à EH, CH étant l'„anomalia media" donnée, et observe, comme Huygens le fait ici, que l'espace EKC est à peu près égal au secteur DHC. Ensuite il raisonne différemment.

tangens $\frac{1}{2}$ ang. HDC ad aliam quæ eſt tangens $\frac{1}{2}$ differentiæ angulorum E et H in triangulo EDH. Proportio autem CE ad EA eſt conſtans ac data, cujus proinde logarithmum tantum opus eſt auferre a logarithmo tangentis $\frac{1}{2}$ anguli HDC ſive $\frac{1}{2}$ anomaliæ mediæ, reſiduum erit tangens [liſez: logarithmus tangentis] $\frac{1}{2}$ differentiæ angulorum E et H, quæ $\frac{1}{2}$ differentia addita dimidiæ ſummæ, hoc eſt $\frac{1}{2}$ angulo HDC, efficiet angulum HED, ſeu KDC. Jamque ſimili plane ratione invenietur hinc angulus E in triangulo KED, nempe auferendo dictum logarithmum rationis CE ad EA à logarithmo tangentis $\frac{1}{2}$ ang. KDC. nam reliquum erit tangens $\frac{1}{2}$ differentiæ angulorum KED, EKD, quæ $\frac{1}{2}$ differentia addita ad $\frac{1}{2}$ ſummam, hoc eſt ad $\frac{1}{2}$ angulum KDC, dabit angulum KEC.

Non eſt autem KEC angulus anomaliæ coequatæ, ſed ducta KP perpend. in AC, quæ ſecet ellipſin in N, erit N locus planetæ in orbita, ideoque angulus NEC anomalia coequata. Qui facile invenitur auferendo à logarithmo tangentis anguli KEC logarithmum rationis BD ad DO, quæ conſtans eſt. Nam reliquum erit tangens [ou plutôt: logarithmus tangentis] anguli quæſiti NEC.

§ 14 [34]). LDE [Fig. 46] orbita planetæ circularis. S ſol. SA excentricitas. E aphelium.

[Fig. 46]



Anomalia media accipiatur arcus EP ſive angulus PAE.

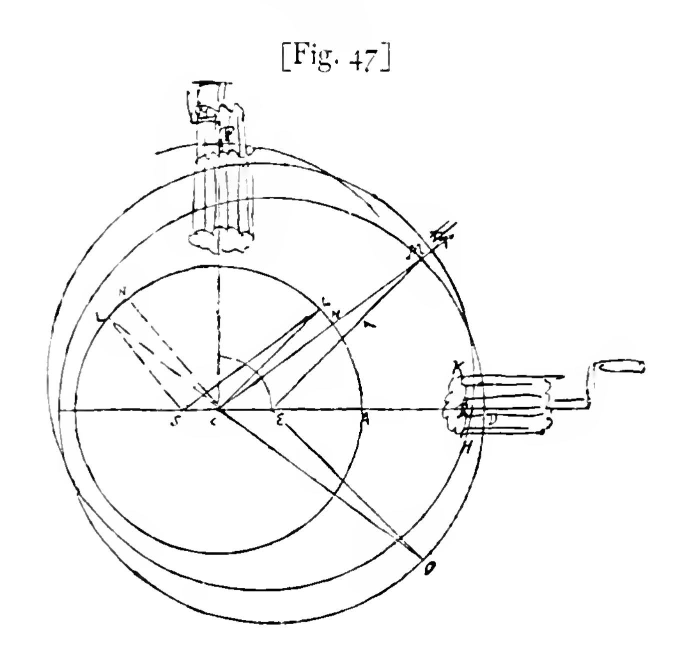
Jungatur SP cui parallela ſit AT. Erit planeta in T. ductaque ST, angulus anomaliæ coequatæ TSE. Ducta TMN perpend. in LE, erit Keplero planeta in puncto ellipſeos M.

Sit [35]) AL [Fig. 47] orbita planetæ cujus centrum C. Sol S. In recta per SC fiat ut excentricitas SC ad radium CA ita CE, ad lubitum ſumta, ad ED. quo radio, ac centro E deſcribatur circulus DM. Intelligatur porro circulo AL ſuper centro ſuo C mobili affixum eſſe immobiliter circulum DM, inciſum dentibus æqualibus ſuper circuli plano erectis, qui proinde circulus neceſſario quoque ſuper centro C movebitur. Ponatur autem moveri verſatione æquabili tympani KH axem ad C directum habentis cujuſque dentes congruant dentibus rotæ DM; ſatis enim conveniunt, etſi ob excentricitatem hujus rotæ non ſemper tympano ad rectos angulos ſubjiciantur.

[34]) Manuscrit F, p. 19.
[35]) Manuscrit F, feuille collée sur la p. 22.

Dico hoc motu planetam inæqualiter ferri in sua orbita idque ita ut exigit hypo thesis nostra, Keplerianæ proximè æquipollens.

[Fig. 47]



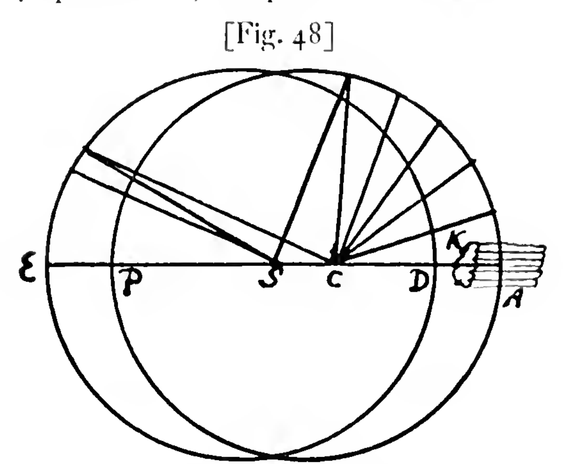
Ponatur ex. gr. arcus DO esse $\frac{1}{8}$ circumferentiæ centro E radio ED descriptæ; ejusque arcus dentes transijsse versatione tympani HK, unde recta CO erit necessario in recta CAD, etsi non ita ut punctum O sit in D, sed interius in R, quod CD non sit æqualis CO, sed duobus CE, EO. Quantus igitur est angulus OCD, tantus quoque erit angulus quo recta CAD mota erit circa centrum C. ideoque si faciamus angulum DCT æqualem angulo OCD, erit CT recta in quam promota erit CAD. adeo ut planeta processerit ex A in punctum N, ubi recta CT secat circumferentiam AN centro C descriptam. Apparet autem ob eandem angulorum æqualitatem arcum DM quem recta CT abscindit in circumferentia ODM esse æqualem arcui DO. Unde junctâ ME erit et angulus MED æqualis DEO, ut proinde quoque 45 gr. Itaque si fiat arcus AL 45 gr. jungaturque CL, erit hæc parallela EM. In triangulis igitur CEM, SCL erunt anguli æquales E et C. Sed et latera eorum circa hos angulos sunt proportionalia ex centro, nimirum CE ad EM, quæ est æqualis ED, ut SC ad CL quæ æqu. CA. Ergo etiam æquales anguli MCE, LSC, ac proinde latera CM, SL parallela. Ideoque N locus planetæ debitus medio motui AL, secundum hypothesin nostram. Sed AL ∞ DO. unde &c.

Quod si tympanum quovis alio loco velut in P ponatur æque distante à centro C versus quod tympanum dirigitur, collocetur vero punctum D, quod in rota ODM maxime a centro C distat, sub tympano, et planeta rursus in A, loco aphelij sui. apparet

æquali verſatione tympani in P atque in D, eoſdem angulos tranſire circa centrum C. Quare ubicunque collocetur tympanum idem ſequetur planetæ motus, ſi quem admodum diximus planeta collocetur in aphelio cum D punctum rotæ ODM maxime à centro C remotum, directe tympano ſuppoſitum eſt, dentes autem tympani ad C punctum dirigantur.

His conſtat ratio Machinæ noſtræ Planetariæ. Sed cum in uno eodemque axe ſint tympana omnia, non poterit ille niſi ad duorum planetarum centra debite collocari.

[Fig. 48]

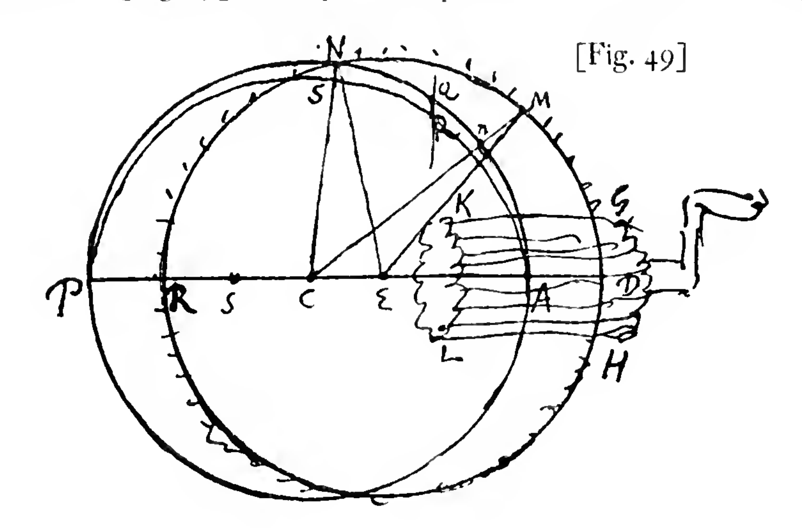


AP [36]) orbita planetæ [Fig. 48]. Ad dividendas orbitas inæqualiter ſit C centrum orbitæ, S ſol, hoc eſt CS excentricitas. Centro S radio SD ∞ CA fiat circumferentia, quæ in partes æquales dividatur. Et per diviſionum puncta ducantur rectæ ex C, hæ facient in orbita AP partes inæquales quæſitas, quas nempe æqualibus temporibus planeta percurrit, ſed poſitu contrario quam ſunt reipſa: nempe in A maximas, in P minimas.

Utraque hæc methodus eundem motum dat planetæ, qui reſpondet hypotheſi Cepleri tam prope ut inviſibilis ſit differentia etiamſi orbis Saturni bipedalis ſit diametri.

Ponendo PSA [Fig. 49] eſſe ellipticam Kepleri orbitam, noſtra methodus planetam

[Fig. 49]



[36]) Manuscrit F, p. 22.

ponit in Q, cum Keplero eſt in R, facta QR perpendiculari ad AP. Sed ellipſes tam parum a circulis recedunt ut non poſſit in machina animadverti differentia. Et fortaſſe nos propiores veritati.

Hic non eſt neceſſe ut tympani K axis exactè dirigatur verſus C; quia etiamſi hoc non ita ſit, tamen ſinguli dentes tympani tranſire cogunt totidem dentes inæquales orbitæ AP, quoniam hæc ſuper centro ſuo C convertitur.

Ut rotis æqualiter diviſis inæqualis motus planetæ exhibeatur. ſit PA orbita planetæ, S ſol, C centrum orbitæ. unde SC excentricitas. Ut SC ad CA ita ſit CE, pro arbitrio adſumta, ad ED. Et centro E radio ED fiat circumferentia RD, quæ in partes æquales dividatur, et dentibus incidatur æqualibus, qui aptentur dentibus item æqualibus rotæ GHLK. quæ converſa motu æquabili, circumducat rotam RD mobilem circa centrum C, et affixam orbitæ AP. Jam ſi planeta affigatur huic orbitæ, ut ſit in aphelio cum punctum D rotæ ED eſt ſub axe rotæ GL, movebitur planeta motu æquabili qui requiritur.

§ 15 [37]). Diſtantiæ planetarum a Sole in partibus quarum ſemidiameter orbitæ telluris eſt 100000.

	Aphelia	Media, ſeu potius radius orbitæ	Perihelia
♄	1005207	951000	896793
♃	544708	519650	494592
♂	166465	152350	138235
♁	101800	100000	98200
♀	72900	72400	71900
☿	46655	38806	30657

Excentricitates in partibus qualium ſemidiametri cujuſque orbitæ 100000	Excentricitates in partibus qualium orbis magni [l'„orbis magnus" est l'orbite de la terre] ſemidiam. 100000 quæ ſunt differentiæ mediarum et apheliarum, vel mediarum et periheliarum diſtantiarum.	
5700	54207	♄
4822	25058	♃
9263	14115	♂
1800	1800	♁
694	500	♀
21000	8149	☿

37) Manuscrit F, p. 12. Les „distantiae planetarum" et les „excentricitates" sont empruntées aux p. 732 et 764 de l'„Epitome" de Kepler.

Aphelia et Nodi ad annum 1681 completum. hoc eft ad 1 Jan. 1682. St. Jul. [38]).

1600	5°.44′. 8″ ♋		
81	1°.23′.12″		
anno 1681	7. 7.20 ♋ apog. ☉ [39]). Ergo aphelium telluris in 7.7.20 ♑ 100000		
☿ 1600	12°.49′.48″ ♐	1600	12. 25.22 ♉
81	2. 21.31	81	55. 4
1681	15. 11.19 ♐		13. 20.26 ♉ ☊ [40]) ☿
♀ 1600	1. 14.22 ♒	1640	13°.22.45 ♊ nodus ♀ afcendens
81	1. 45.22	41	32. 7
1681	2. 59.44 ♒ Horroxio [41]) circa 5 gr. ♒	1681	13°.54.52 fecundum Horroxium ♀ in ☉ [41]).
♂ 1600	28. 59.54 ♌		16. 44.32 ♉
81	1. 30.23		53.40
1681	30. 30.17 ♏		17. 38.12 ♉ ☊ ♂
♃ 1600	6. 52. 1 ♎		5. 25.58 ♋
81	1. 3.42		4.44
1681	7. 55.43 ♎		5. 30.42 ♋ ☊ ♃
♄ 1600	25 [42]).57.36 ♐		20. 59.59 ♋
81	1. 42.10		36.27
1681	27. 39.46 ♐		21. 36.26 ♋ ☊ ♄

1 Jan. merid. 1682 [43]) ♄ 2.39 ♌ ♀ 7.34 ♏
♃ 14.55 ♋ ☿ 11.55 ♏
♂ 25.40 ♒ ♁ 11.29.24 ♋

38) Ce tableau est emprunté aux Tables Rudolphines de Kepler.

39) On voit ici que Huygens se base sur une table qui indique la longitude de l'apogée du soleil au lieu de donner celle de l'aphélie de la terre.

40) Le signe ☊ désigne le noeud ascendant.

41) On trouve en effet la longitude 5°0′0″ de ♒ pour l'aphélie de Vénus (année 1640 ou plutôt fin de 1639) dans le Cap. XV et la longitude 13°22′45″ de ♊ pour le noeud ascendant de la même planète (même année) dans le Cap. VIII de „Venus in Sole visa" de J. Horrox, traité publié en 1662 par Hevelius conjointement avec son observation à lui „Mercurius in Sole visus Gedani" (Gedani, S. Reininger).

42) Ici Huygens a pris par erreur de plume 25 au lieu de 24. Pour la longitude de l'aphélie de Saturne au 1 janvier 1682 il aurait donc dû écrire 26°39′46″ ♐. Cette erreur s'est perpétuée dans la „Descriptio" du planétaire publiée en 1703.

43) Manuscrit F, feuille collée sur la p. 23.

Anni [44]) tropici longitudo, five periodus Telluris fub Ecliptica dierum 365 h. 5 min. 49′15″46‴. at fub fixis dierum 365. h.6.9′.26″.43½‴.

Periodus Mercurij fub Ecliptica dies 87 h. 23.14′24″
Veneris „ „ 224 17.44′55
Martis fub fixis ann.Aegypt.1, diebus 321. h.23.31′56″49‴
five diebus 686.
Jovis fub fixis ann.Aegypt.11, d. 317. 14 h. 49′31″56‴
Saturni fub fixis ann. Aeg.29, d. 174. 4 h. 58′.25″30‴

§ 16 [45]). ♁ et ☿ d. h. d. h.
365 5. 50′ —— 87 23 15′

ce qui conduit à la proportio revolutionum 105190 —— 25335 [en douzièmes parties d'heure, voyez aussi le nombre 105190 à la p. 188 qui suit].

Développement de ce rapport en une fraction continue:

$$\underset{A}{4} + \frac{1}{\underset{B}{6}} + \frac{1}{\underset{C}{1}} + \frac{1}{\underset{D}{1}} + \frac{1}{\underset{E}{2}} + \frac{1}{\underset{F}{1}} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{7}$$

Si incipias in D, hoc eft, fi tantum $2 + \frac{1}{1}$ confideres, relictis cœteris deorfum, erit ergo D ∞ 3 unde C ∞ $1\frac{1}{3}$ feu $\frac{4}{3}$, B ∞ $1 + \frac{3}{4}$ feu $\frac{7}{4}$, A ∞ $6 + \frac{4}{7}$ feu $\frac{46}{7}$. Ergo quotiens primus $4 + \frac{7}{46}$ feu $\frac{191}{46}$. Unde numeri dentium 191 et 46.

Si incipias à C, fiunt numeri dentium 137 et 33.

Si incipias à B, fiunt numeri dentium 54 et 13.

Eligendi 137 et 33 vel potius 191 et 46.

Quo inferius incipies eo propiores veræ proportioni fient numeri, nec poffibile eft fic inventis propiores ac fimul minores reperire.

25335 —— 105190 —— 33 dentes minoris rotæ / $137\frac{1}{68}$.

Tot dentes deberet habere rota major quæ annuas converfiones facit. Ergo annis 68 uno dente promovenda. Simulque rota minor progreditur uno dente ex 33. hoc eft gr. 10 min. 55. Ergo anno uno deficiet ☿ a loco è fole debito 9′.38″. En marge: cum rota annua habet dentes pauciores debito, fed tamen convenientes dentibus rotæ Mercurij 33, fequitur inde ut converfione rotæ annuæ non tantum promoverit rota Mercurij quantum debuiffet. Ergo promovenda.

---

[44]) Manuscrit F, p. 14.
[45]) Manuscrit F, p. 14—18.

Quod si numeros dentium 83 et 20 retinuissem antehac inventos [46]), debuisset major habere $83\frac{1}{26}$. Unde annis 26 retroagenda uno dente, qui in minori rota habente 20 dentes efficiet gr. 18. Unde, annis singulis, 42′ excederet ☿ locum ex Sole debitum. hoc est plus quam quadruplum ejus quod fit adsumtis numeris 137 et 33.

Veneris 365. 5 h. 50′ ——— ♀ 224 d. $17\frac{3}{4}$ h.

ce qui conduit à la proportion 105190 ——— 64725 ou $1 + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{85}$.

Numeri dentium 13 et 8 vel 26 et 16.

Le nombre $13\frac{1}{681}$ correspond plus précisément à 8. Donc:

Singulis 681 annis uno dente promovendæ rotæ, qui dens facit 45 gr. in orbita ♀, unde annis singulis circiter 4′ deficit Veneris locus.

Martis. Periodus Terræ sub fixis 365. h. 6. 9′.26″. Periodus ♂ sub fixis 686. 23. 31′56″.

ce qui conduit à la proportion 98925 ——— 52597 ou $1 + \frac{1}{1} + \frac{1}{7} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}$ [47]).

Numeri dentium 79 et 42. Plus précisément le rapport est $79 : 42\frac{1}{316}$.

Singulis 316 annis uno dente promovendæ rotæ, qui dens facit in orbita Martis 4°.33′. Unde annis singulis fere 52″ deficit locus ♂.

Romeri 47 et 25. Si sumantur numeri Romeri 47 et 25, singulis 93 annis retroagendæ rotæ dente uno, qui in rota Martis facit $7°.39\frac{1}{2}$. Unde annis singulis locus Martis excedit verum ex sole fere 5 min.

Jovis. Periodus terræ sub fixis 365. 6 h. 9′.26″.

Ann. Egypt (365) ——— 317 d. 14.49.31″

623897 ——— 52597 ou $11 + \frac{1}{1} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}$.

ce qui conduit au rapport Rotarum dentes 83 et 7. Plus précisément le rapport vaut $83 : 7\frac{1}{361}$.

---

[46]) On voit à la p. 13 du Manuscrit F qu'avant de recourir aux fractions continues Huygens avait tâché de trouver des nombres approximatifs en considérant les logarithmes des termes du rapport.

[47]) En négligeant la dernière fraction écrite $\frac{1}{4}$, Huygens trouve successivement en remontant les fractions $\frac{2}{5}$, $\frac{5}{37}$, $\frac{37}{42}$, $\frac{79}{42}$. Auprès de la fraction $\frac{2}{5}$ il nota: Sumsit Romerus pro [$\frac{2}{5}$] $\frac{2}{6}$ sive $\frac{1}{3}$. On voit que Huygens avait vu les calculs de Roemer. Celui-ci ne semble pas s'être servi de fractions continues. Voyez encore sur ce sujet la Pièce de la p. 97 du Manuscrit F intitulée „Avantages de ma machine par dessus celle de M. Romer", qui a déjà été imprimée aux p. 377—378 de notre T. VIII: consultez la troisième ligne d'en bas de cette p. 377 et la note 4.

Donc: Singulis 361 annis dens unus retroagendus qui in rota Jovis efficit 4°20′. Unde fingulis annis Jupiter excedet verum locum 43″. Una periodo 8′.30″ circiter.

Saturni. [Periodus terræ fub fixis] 365. 6 h. 9′.26″.
Ann. Egypt. (365)
29 174 d. 4 h. 58′.25″ ce qui conduit au rapport
1549326 : 52597 ou $29 + \frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{4}$. Rotarum dentes 59 et 2 vel 118 et 4. Plus précifement: $59 : 2\frac{1}{339}$. Donc: In annis 339 unus dens promovendus, qui in rota ♄ facit 6°.6′. Unde uno anno ferè 1′5″ deficit locus ♄.

☾ et ♁ 29 d. 12h. 44′ 365.5 h. 50′ ce qui conduit pour la lune et la terre au rapport 8505 —— 105190 ou

$$12 + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}.$$

ou à peu près 136 : 11 (plus précifément $136 : 11 - \frac{1}{256}$ ou $136\frac{1}{21} : 11$ ou plutôt $136\frac{1}{20\frac{3}{4}} : 11$).
Par conféquent, en prenant 136 et 11 pour les nombres des dents:

In annis $20\frac{3}{4}$ uno dente promovenda lunæ orbita. qui facit 32 gr.

Plus bas: Dentes 235 et 19 multo præftarent. Huygens écrit encore: Ponendo $\frac{1}{6}$ pro ultima fractione fiebant numeri 1546 et 125 quorum prior non habet partes aliquotas præter 2 et 773. Ideo proximum fumfi $\frac{1}{7}$ qui dat 1781 et 144. quorum prior fit ex 137 et 13.

Observation générale sur les calculs qui précèdent: Multo melius haec post folia 36. Comparez à la p. 163 qui suit, l'observation par laquelle se termine la présente Pièce.

Dentes rotæ annuæ

137.	☿	33.	In annis 68 uno dente promovendæ hoc eft in orbita ☿ gr. 10.55′. Ergo in anno deficit 9.′38″.
13.	♀	8.	vel 26.16. In annis 681 promovenda 45°. In anno uno deficit 4′.
42.	♂	79.	In annis 316 promovenda 4°33′. In anno deficiunt 52″.
7.	♃	83.	In annis 361 retroagenda 4°20′. In anno excedet verum locum 43″.
4.	♄	118.	In annis 339 promovendus ♄ locus 6°6′. In anno deficit 1′.5″.

Duo circuitus in anno.		Unus circuitus in anno.		
164— 79.	Annis 390 gr. $4\frac{1}{2}$ prom.	191. ☿	46	In annis 104 uno dente retroagenda. hoc eſt fere 8 gr. in rota ☿.
13— 16.		13. ♀	8	vel 52 et 32.
21— 79.		42. ♂	79	
11—261.	In 12 annis 1'.40'' promov. in annis 599 uno dente.	29. ♃	344	Annis 1757 uno dente promovenda. hoc eſt 1°.2'.47''.
6—$\frac{12}{11}$—324.	In 30 annis 1'.30'' retroag. in annis 1338 uno dente.	11. ♄	324	Annis 1338 uno dente. hoc eſt fere 1°.7' retroagenda. hoc eſt periodo una fere 1'.30''. in anno 3''.
136— 11		136. ☾	11	In annis $20\frac{3}{4}$ uno dente promovenda lunæ orbita.

§ 17 [48]).

Si æquales dentes facias,
- Annulus ſuper plano affigendus.
- Rotæ axis annui in longitudinem extendendæ.
- *Annulus paulo altior in perihelio quam aphelio faciendus.*
- In Mercurio neceſſario æquales dentes faciendi.
- In omnibus orbitis melius convenient ſibi invicem dentes.
- Facilius dentes æquales elaborantur quam inæquales.
- Artificioſius videbitur æquales feciſſe.
- *Poterit circum affigi annulus, et rota tota ſuperimponi orbitæ.*

Si inæquales dentes facias,
- In Mercurio tamen æquales faciendi qui differet a cæteris.
- In omnibus orbitis minus exacte convenient quam ſi æquales.
- *Difficilius elimantur.*
- Melius et facilius circum affigitur annulus.
- Facilius concentricæ rotæ ordinantur.
- Non opus extendere in longum rotas annuas.
- Diviſio ſatis facilis, et ab organopoeo peragi poteſt.

La pièce [49]) de plaque AA [Fig. 50] entre ☿ ſe ♄ ſe doit mettre la derniere de toutes.

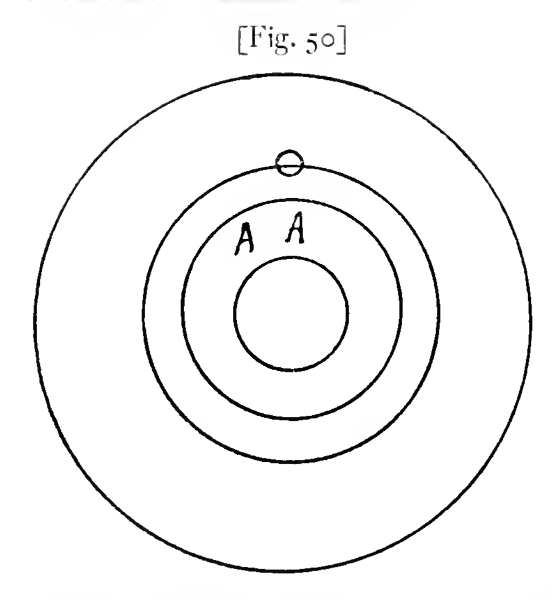
Moulure de cuivre autour de la plaque de devant, afin que la glace ne touche point aux planetes.

---

[48]) Manuscrit F, p. 23.

[49]) Manuscrit F, p. 21.

[Fig. 50]



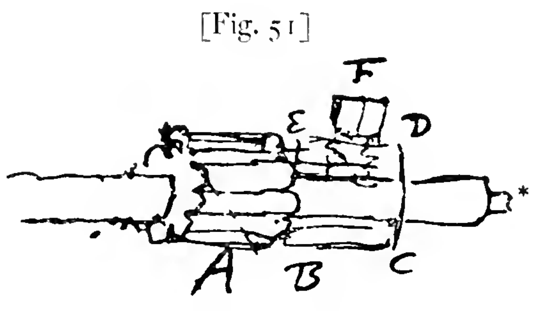
§ 18 [50]). Pour attacher un horloge, il faut faire un pignon de 5 dens, qui prenne la grande roue annuelle de 73 dents qui fait aller les jours. Et ce pignon doit faire un tour en 25 jours. Ainſi chaque dent du pignon paſſera en 5 jours, et en pareil temps chaque dent de la dite roue annuelle. Et ainſi elle fera un tour en 365 jours, parce que 5 fois 73 font 365.

Le pignon peut bien eſtre auſſi de 6 dents et faire un tour en 30 jours. ou de 4 dents et tourner en 20 jours.

Le pignon A [Fig. 51] aura une queue creuſe BCDE qui embraſſera ſon axe et ſera fixè ſur cet axe par une vis F qui percera un coſtè de la queue. Et relachant la vis le pignon roulera ſur ſon axe en ſorte que, le pignon A tournant par le moyen de l'axe general des planetes lors qu'on le fera aller avec la main, l'axe du pignon A n'ira pourtant que lentement ſuivant le mouvement de l'horloge. Et par ce moyen les dents du pignon demeureront touſjours engrenees dans la roue annuelle de 73.

La vis F aura une queue aſſez longue pour venir a la circonference de la boete.

[Fig. 51]



* axe du pignon A, et non pas l'axe general

La pendule pourra eſtre d'environ $18\frac{1}{2}$ pouces, pour faire 2 ſecondes en 3 vibrations. Ajouté plus tard: J'ay pris le balancier a reſſort ſpirale pour plus grande commoditè. Comparez le § 21 qui ſuit.

Il y aura une roue horizontale annulaire ou plus toſt perpendiculaire et platte d'environ un pouce et demi de diametre ou ſeront marquees autour les 12 heures, qui paroiſtront par une ouverture la moins grande qu'il ſe pourra entre les orbites de Jupiter et Mars.

[50]) Manuscrit F, p. 23.

Le pendule ſera un peu de bruit, il faut taſcher d'y remedier. (En marge: il faut mettre des morceaux de drap ſous les pieds de l'horloge contre la grande plaque). Les minutes et ſecondes auront de meſme leur ronds et trous pour paroiſtre. peut eſtre a coſtè l'un de l'autre.

Peut eſtre un volant peſant, dont le pignon de 6 dents engrenera dans la roue annuelle de 73; par ce moyen le mouvement des planetes ſera plus egal et ſans ſecousses, quand on tournera le grand axe.

§ 19 [51]). Il faut bien applatir les deux plaques.

River les pieds, qui les tiendront enſemble, a la plaque de devant, apres avoir percè les placques l'une ſur l'autre, et avoir fait les trous parfaitement correſpondants l'un a l'autre.

Il faut avoir egard ou l'on placer[a] bien ces pieds devant que de faire leur trous. C'eſt a dire en ſorte qu'on puiſſe commodement demonter et remonter la machine apres que la plaque de devant aura eſtè couppée en ſes 7 parties.

Pour la remonter, il faudra placer et attacher ces 7 parties une à une, en commencant par l'exterieure et plus grande, et ainſi de ſuite. Et pour cela il faudra que les pieds de chaque partie ſoient ordonnez vers ſa circonference interieure pluſtoſt que vers l'exterieur; parce qu'on y pourra regarder plus facilement pour les faire entrer dans leur trous. Toute fois les trous eſtant percez bien juſte, comme il faut, il y pourra auſſi avoir des pieds vers la circonference exterieure des pieces.

En remontant la machine il faudra placer la plaque de derriere perpendiculairement ſur un coſtè, pour pouvoir ſerrer les pieds avec leur vis, quand ils ſeront paſſez.

Il faut achever tous les mouvements ſans coupper encore la plaque de devant, ou du moins ſi on perce les orbites d'y laiſſer des endroits non percez, a fin qu'elle tiene toute enſemble. Mais il ſera malaisè de faire entrer tous les pieds dans leur trous de la plaque de derriere. Et peut eſtre il ſera mieux de coupper la plaque de devant, auparavant que de l'attacher ſur l'autre. mais il faut que les pieds ſoient bien d'egale hauteur et la plaque de derriere bien droite.

Peut eſtre il ſeroit bon de la fortifier par quelques regles ſur le champ.

Chaque orbite mobile doit eſtre retenue par ſa circonference exterieure contre ſa piece de la plaque de devant, et en demontant la machine elles y demeureront jointes. Il ſuffira que les orbites ſoient retenues en 4 endroits.

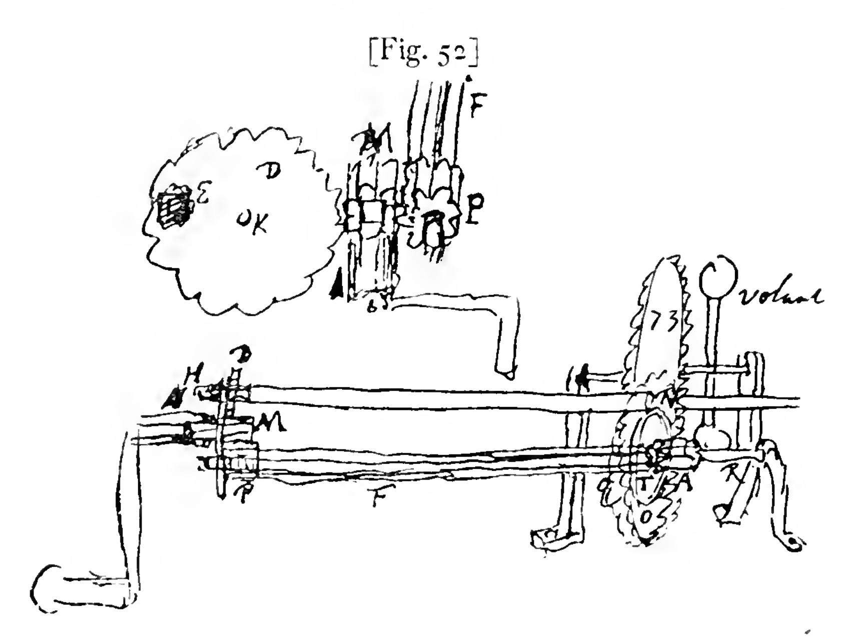
Le cercle des jours aura plus affaire de roulettes qu'aucun autre. Mercure, Venus et la Terre n'en auront point ni peut eſtre Mars.

---

[51]) Manuscrit F, p. 24—26.

La roue D [Fig. 52] et le petit tuyau dans lequel tourne le bout de la manivelle M tiendront au coſtè de l'octogone. L'axe PT tiendra a la grande placque, et ſon bout P demeurera en dedans du coſtè de l'octogone comme auſſi le bout H du grand arbre.

[Fig. 52]



Le pignon A qui engraine dans la roue 73 aura une plaque ronde attachée NO, et l'axe RP qui le traverſe paſſera librement dans un tuyau depuis T juſqu'a P, ou eſt le coſtè de l'octogone ou l'on tourne le grand axe. Et ce tuyau en T, aura attachè une roüe platte dentee de l'horloge. En preſſant fortement le tuyau du coſtè P, les deux ronds ſeront ſerrez l'un contre l'autre, et alors le pignon A eſtant agitè par l'horologe, entrainera la roue 73, avec tout le grand axe. de ſorte qu'il faut effectuer cette preſſion du tuyau lors qu'on voudra laiſſer aller la machine d'elle meſme par l'horloge. Et quand on la voudra faire aller par la manivelle du grand axe, alors on relachera la dite preſſion, afin que la roue 73 tourne ſans entrainer la roue platte de l'horologe, laquelle ira ſon chemin, mais ſeulement le pignon A.

Il ſeroit bon (en marge, s'appliquant à tout l'alinéa: Cecy auroit eu trop d'embaras) qu'en ouvrant le trou pour appliquer la manivelle a l'axe, cela ſit en meſme temps relacher la preſſion du tuyau PT, et qu'elle revinſt, lors qu'on rameneroit la petite couliſſe qui ferme ledit trou. Pour cela, D ſera une plaque ronde poſée en dedans contre le coſtè de l'octogone de la boete. laquelle plaque aura un trou E, qui reſpondra au bout du grand arbre annuel. A coſtè de cette plaque, qui ſera dentée autour, il y aura un trou rond dans le meſme coſtè de l'octogone, par ou l'on ſera entrer le bout de la manivelle M, dentè autour, et ayant un creux quarrè en dedans, qui puiſſe prendre le bout du grand arbre lors qu'on appliquera la manivelle au trou E. La den-

ture du bout M tournant dedans un petit tuyau percè de coſtè et d'autre engrainera d'un coſtè dans celle de la roue D, et de l'autre coſtè dans le pignon P, qui entre a vis ſur l'axe PF, et lors qu'il tourne par le moyen de l'arbre dentè M, il ſerre le tuyau et ſa roue dentée contre le rond NO, qui eſt attachè au pignon A. En meſme temps la roue D bouche le trou E. Et alors ayant tirè la manivelle M, l'horloge fait aller toute la machine par le moyen du pignon A, et le trou E ſe trouve fermè. Et pour le rouvrir, il faut remettre la manivelle M, et la tourner, ce qui ſera en meſme temps desſerrer le pignon a eſcroüe P, avec le tuyau PF, et le pignon A; de ſorte que ce pignon tournera par le moyen de la roüe 73, lors qu'on agitera le grand arbre en appliquant la manivelle en H, et l'horloge ne laiſſera pas d'aller ſon train, faiſant tourner lentement avec luy le tuyau PT par ſa roue dentée attachee au bout T. afin qu'en remettant la manivelle en M, elle engraine dans la roue D et dans le pignon P, il faut faire les dents de ces deux minces vers l'entrée. Ainſi le pignon de la manivelle retrouvera *les mesmes creux* d'ou il eſtoit ſorti en le retirant. En marge: non pas dans la dent de la roue qui aura ſerrè les plaques.

Pour diviſer en parties egales les anneaux des orbites, il faut prendre une bande de papier qui faſſe juſtement leur tour, et ayant eſtendu droit cette bande la diviſer egalement ſelon le nombre de parties requis, et les marquer avec de l'encre. Puis coller la bande autour de l'anneau attachè ſur l'orbite ou du moins fermè et a peu pres arrondi.

Pour diviſer la bande en parties egales quand le nombre eſt premier, ou avec peu de parties aliquotes comme 191, 365, il faut calculer combien vaut une partie, en diſant par ex. 191 donne 1, que donne la longueur de la bande priſe ſur l'eſchelle, et ayant priſe cette partie, ainſi trouuée, ſur la meſme eſchelle, on l'oſte de toute la longueur de la bande. Le reſte qui ſont 190 parties on les diviſe en 10, puis chaque dixième en 19. Ou en adjoutant la valeur d'une partie, en ſorte qu'il y en ait 192 on diviſe le tout en 6, puis les parties qui ſont de 32 en 4, puis en 4 et puis en 2. On peut de meſme oſter la valeur de 2, 3, 4, 5 ou pluſieurs parties.

Devant que coupper la plaque de devant, il faut en faire une de meſme avec toutes les orbites et centres, et avec le grand arbre et ſes roues marquees. afin de la garder pour modelle, pour quand il faudra faire de pareilles machines.

Pluſtoſt le coſtè de derriere; ou encore mieux a tous les deux coſtez.

Faire le cercle de l'ecliptique mobile, pour la preceſſion des æquinoxes, car ce n'eſt que de cette preceſſion que vient le mouvement des aphelies, qui a l'egard des fixes ne changent que tres peu ou point.

Marquer au dela de ce cercle des lignes vers ſpica virginis, prima arietis et autres grandes eſtoiles.

Voir ou mettre le grand arbre, en C ou en D [Fig. 53]. Reſp. en C. *En AB la charniere pour ouvrir toute la machine en la faiſant ſortir de ſa boete.* Au meſme endroit charniere pour la glace qui la couvre.

En marge: J'ay trouvè meilleur d'attacher la machine dans la boete, et l'ouvrir par derriere.

[Fig. 53]

Pour eviter le bruit de la pendule, il faut la faire avec des petites vibrations a la maniere angloise.

Il valoit mieux de laisser entiere la partie de la plaque de devant qui contient les orbites de Mercure, Venus et la terre, pour y adjuster les roues dentees et les piliers, et puis les couper avec le compas tranchant.

La glace avec sa bordure s'appliquera par devant sans tenir avec une charniere, elle aura un anneau octogone plat d'un $\frac{1}{2}$ pouce, qui entrera juste dans la boete octogone de bois, et sera attachè par une ou deux vis a teste platte dans les costez de dessus et dessous. On n'aura pas besoin d'oster cette glace que rarement, et elle est trop grande pour l'ouvrir a charniere. La forte placque appuiera dans la boete, et celle de devant sera tant soit peu moindre, afin de laisser entree a l'anneau de la bordure de la glace.

On pourra fortifier la boete avec du fer dans les angles. La boete appuiera sur une console belle et doree, ce qui soulagera la boete. Elle pourra estre de cuivre. Proportions des corps des planetes gravees par dehors.

Les pages 39—43 du Manuscrit F (comparez la note 55 qui suit) ont été publiées par nous aux p. 612—620 du T. XVIII. Il y est question de la forme des dents d'un pignon qui engrène dans une roue de champ à dents plates, ainsi que de celle des dents d'une roue de champ engrenant dans un pignon à dents plates. Comme on peut le voir dans le dit Tome, ces considérations de Huygens se rattachent à des considérations antérieures de Römer.

§ 20 [52]). En ostant la terre avec le cercle de la lune hors de son trou, l'on y pourra placer une Terre de cette grandeur [Fig. 54] et qui puisse tourner sur son axe, pour montrer les saisons et les jours et les nuicts. Il y faut graver le cercle equateur, et le meridien et le parallele de la France ou Hollande. En faisant un petit globe leger de bois ou autre matiere, et seulement la partie vers le pole austral, jusqu'au 23 degrè, de plomb, si avec cela la queue B est fort libre dans son trou: cette terre gardera tousjours son axe parallele a soy mesme, comme il faut. Et l'on pourra toutefois la tourner sur son axe, sans qu'elle retombe.

[Fig. 54]

L'axe de la terre tiendra a la branche A et sera immobile, sur lequel la terre tournera. Note ajoutée plus tard: Elle sera d'argent et creuse.

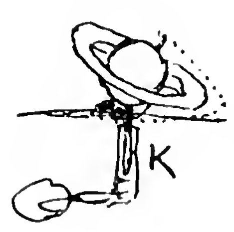
Si l'on prenoit l'orbite de Saturne pour celuy de la Terre en cecy, il faudroit 30 tours de manivelle pour representer les saisons de l'annee au lieu qu'il n'en faudra qu'un seul.

[52]) Manuscrit F, p. 46—47.

Petite plaque platte et ronde a l'endroit de noſtre demeure ſur la terrelle, pour repreſenter le plan de l'horizon et le lever et coucher du ſoleil.

Avoir de meſme un Saturne avec l'anneau de cette grandeur [Fig. 55]. La queue ſera attachee a une branche qui portera l'axe, comme a la Terre. L'anneau tiendra au globe et par le petit poids attachè au tuyau K, l'axe de Saturne et de l'anneau demeurera parallele a luy meſme. l'Axe doit eſtre inclinè ſur le plan de l'ecliptique de 31 degrez.

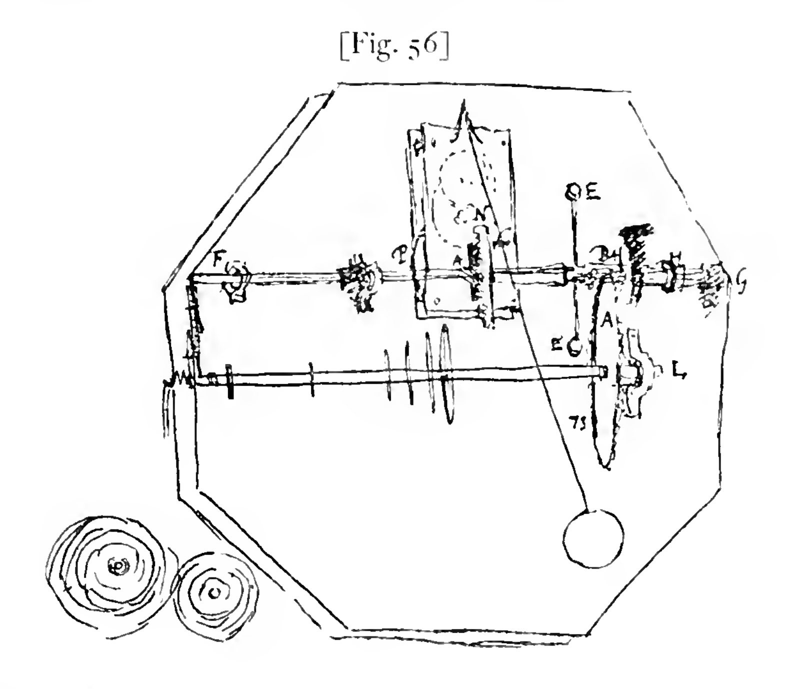
[Fig. 55]



Note ajoutée plus tard: Saturne et ſon anneau d'argent, la plaque ronde autour de luy qui porte ſes 3 ſatellites de cuivre. Faire incliner Saturne et l'anneau de 31 degrez. L'axe de la plaque ronde de Saturne aura un poids perpendiculaire attachè qui tiendra cet axe touſjours parallele a ſoy meſme.

Peut eſtre ſans ſerrer ou lacher la roue N [Fig. 56 [53])] par le moyen d'une plaque, qui demande beaucoup de façon, il vaudra mieux de faire ſeulement un tuyau a cette roue N qui ſerre un peu ſur l'arbre FH. Il faudra un peu plus

[Fig. 56]



[53]) Les petites figures à gauche représentent Saturne et Jupiter avec leurs satellites. Ici Jupiter en a quatre et Saturne trois. Un quatrième et un cinquième satellite de Saturne furent découverts en 1684; voyez la p. 194 qui suit.

que le double de la force qu'il faudroit autrement, a tourner la manivelle, car ſi je repouſſe une dent du pignon B, avec autant de force qu'il ſaudroit contre une dent de la roue A, pour faire tourner les planetes, il faut que la roue N avec ſon tuyau ſerre aſſez pour retenir l'arbre FH, au quel le pignon B eſt attachè, contre la dite preſſion de la dent de ce pignon; parce qu'autrement il paroit que la roue N agitée par l'horloge ne pourroit pas entrainer l'arbre FH aſſez fort pour que le pignon B, attachè a cet arbre, fiſt aller la roue A. Donc auſſi en tournant la roue A par le moien de la manivelle en M, la peine de faire tourner l'arbre FH dans le tuyau de la roue N, ſera un peu plus grande que ſi la dent de la roue A eſtoit retenue par une force egale a celle qu'il faut contre cette dent pour faire tourner les planetes. De ſorte qu'en faiſant auſſi tourner les planetes, la force devra eſtre double et un peu plus, que ſi l'arbre FH tournoit ſans empeſchement ou frottement. Notez qu'en aggrandiſſant le pignon B l'on ne gagne rien. L'arbre FG pourra eſtre court par ce moyen. Il faudra voir ſi la force a la manivelle ſera grande devant l'application de l'horloge.

On peut faciliter le mouvement de la manivelle en la mettant a l'arbre d'un pignon qui engraine dans une roue double attachée au grand axe, et faiſant deux tours de manivelle pour une annee. Cela ſeroit venir le trou de la manivelle au milieu du coſtè ou comme on voudroit, et ce petit axe ne ſeroit plus de biais.

En marge: Notez qu'a quelque endroit difficile le tuyau courreroit riſque de gliſſer. Mais on pourra faire une vis qui eſtant ſerree attache le tuyau de la roue N au grand arbre, et que l'on lachera quand on voudra tourner la manivelle.

A eſt la roue de 73 dents qui fait aller le cercle des jours. Elle engraine dans le pignon B attachè ferme ſur l'axe FG auſſi bien que le volant EE. Une plaque pareille D tient au tuyau F4 enfilè ſur l'arbre FH qui eſt quarrè en cet endroit. En tournant la plaque ronde en M pour decouvrir le bout de l'arbre ML on trouvera moyen de ſerrer une plaque contre la roue N, libre autrement. Et alors l'horloge ſera aller la roue A et partant tout le mouvement planetaire. Mais en relachant la roue N, du meſme mouvement qui referme le trou en M, l'on fera tourner la roue A par le moyen du grand arbre LM, et elle fera tourner l'arbre HF avec le volant EE, ſans que cela faſſe rien a l'horloge, qui ne laiſſera pas d'aller ſon train.

La roue N entre par ſon coſtè dans l'horloge, et engraine là dans un pignon dont l'axe eſt couchè horizontalement. En marge: vis ſans ſin dans l'horloge prenant dans la roue N.

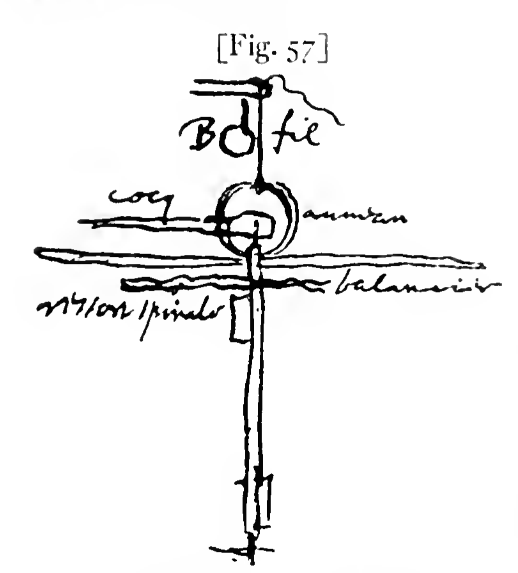
§ 21 [54]). Il vaudra mieux de faire cette horloge avec un balancier a reſſort ſpirale pour avoir moins d'embaras en l'ouvrant. Car auſſi bien il ne s'agit pas d'une grande

[54]) Manuscrit F, p. 46—47.

exactitude pour ce qui est des heures. Faire les temps du balancier en sorte qu'on puisse toujours appliquer un pendule de 18 pouces.

Suspendre le balancier par un fil de soye mais en sorte que les deux pivots ne puissent sortir de leur trous lors qu'on voudra coucher la machine. Le fil 3 ou 4 fois plus long qu'il n'est representè icy [Fig. 57]. Un petit contrepoids B qui soit egal a la pesanteur du balancier.

[Fig. 57]



En faisant ce balancier grand, j'auray un essay de la justesse de ces horloges a ressort spirale [55]).

§ 22 [56]). Le pignon B ayant 4 dents doit tourner en 20 jours. Ainsi a chaque 5 jours passera une dent de la roue A 73.

Grand trou dans la plaque de derriere, par lequel puisse passer la platine ronde ou sont gravees les heures.

Proportions des corps des planetes au Soleil se pourront placer entre Mars et Jupiter vers en bas. ou plustost sur une des plaques a costè sur la boete.

Fils de soye au soleil et à la terre.

Quelques fixes marquees de celles qui sont pres de l'Ecliptique comme l'Epi de la Vierge. Seulement des lignes droites qui y tendent et marquent leur latitude.

Marquer le point ou les cercles dentez sont le plus distants des centres des orbites. Car lors que ce point est sous le grand axe alors la planete doit estre fixee a l'endroit de son aphelie. Puis pour trouver son lieu on cherchera par les tables Rudolphines le jour de son opposition avec le soleil.

Et ayant defait la vis qui tient le pignon au grand axe, on tournera le point fixe de la planete a ce lieu d'opposition, et alors on serrera derechef le pignon au grand axe par sa vis. Ainsi l'on placera separement chacune des planetes.

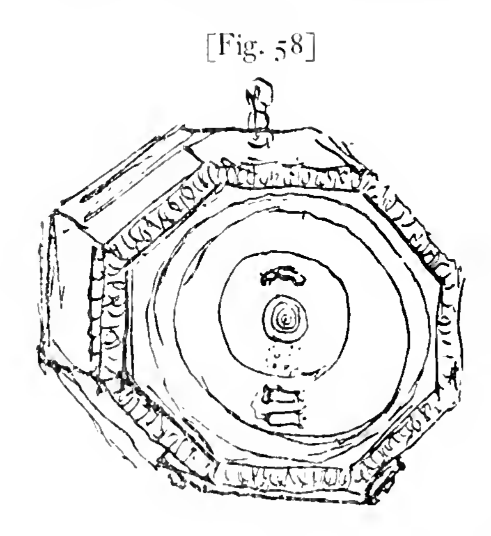
---

[55]) Les deux derniers alinéas ont déjà été cités à la p. 508 du T. XVIII; nous y avons reproduit aussi la présente Fig. 57.

[56]) Manuscrit F, p. 47—48.

Peut eſtre les trous des jours et des annees [Fig. 58] vers en haut [Fig. 58 bis] entre ♃ et ♄ afin de les avoir pres du trou des heures. Ou les mettre tous trois vers en bas. Mais alors on ne peut adjouter de pendule. Entre Jupiter et Saturne vers en bas, l'on mettra la proportion des planetes entre elles et au ſoleil. Les corps des planetes gravez pour exprimer des globes. Autour du ſoleil graver des rayons partants du centre, pour faire paroiſtre ſon corps [Fig. 59].

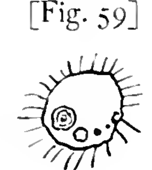
[Fig. 58]



[Fig. 58 bis]

La glace un peu diſtante de la plaque afin que la petite terre poſtiche et le Saturne puiſſe eſtre enfermez deſſous. Il faut voir ſi cela n'oſte pas trop le jour a l'ecliptique.

[Fig. 59]



On peut faire ouvrir tout l'ouvrage pour voir le dedans en attachant des pieces coudees a la plaque forte de derriere qui faſſent la charniere a coſtè de la plaque de devant. ou ſeulement une pièce large. Il faudra un peu rogner la plaque de derriere du coſtè qui ouvre, parce qu'autrement elle ne pourroit pas entrer. La glace ſera a la meſme charniere comme aux montres de poche.

Conſole deſſous [Fig. 60] ou un pied juſqu'a terre. Il faudra y attacher la boete avec des vis. et l'attacher de plus a la muraille par en haut, a fin que ſi la conſole manquoit la machine ne tombe point.

[Fig. 60]

Sur la plaque de derriere ſera gravè combien en cent ans les places des planetes ſurpaſſent ou manquent des veritables, ſelon quoy l'on pourra les redreſſer.

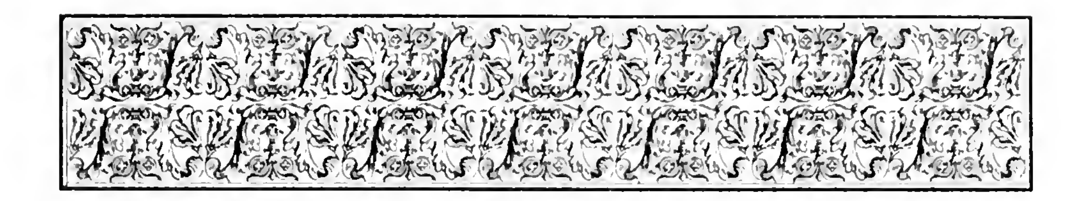
Corpora ſolis et planetarum multo majora exhibentur quam proportione horum orbium eſſe deberent, quippe inviſibilia alioqui futura. Uti et circulus lunæ quo circa terram defertur. qui circulus diametrum fere duplo minorem habet quam ſit diameter ſolis. Sunt enim a Terra ad Solem diametri terræ circiter duodecies mille, a terra ad lunam diametri terræ triginta. cujus diſtantiæ duplum diameter nimirum lunaris orbis erit, circiter $\frac{1}{2}$ diametri ſolis. Sunt autem proportiones omnium planetarum inter ſe atque ad ſolem quales hic expreſſæ cernuntur.

Vide poſt folia 34 quæ ad emendationem hujus automati ſpectant [57]).

En février 1682 Huygens écrit à J. Gallois (T. VIII, p. 342): J'avois emporté avec moy, en quittant Paris, la machine Planetaire que monſeigneur Colbert avoit agreé que je fiſſe conſtruire, et qui n'eſtoit que commencée. Dans ſa lettre à Colbert du 27 août de la même année il dit que le prix de la machine, telle qu'elle avait été conſtruite à la Haye, eſt de 620 eſcus, dont il y en a 520 pour le compte de l'horloger [van Ceulen], et le reſte pour ce que j'y ay debourſé icy et a Paris.

[57]) Consultez l'Avertissement suivant.

LE PLANÉTAIRE DE 1682.



Avertiſſement.

Ainſi que Huygens l'a annoté à la p. 48 du Manuſcrit F — voyez le premier alinéa de la p. 163 — c'eſt une trentaine de pages plus loin [1]) qu'il commence à conſidérer ce qui ſe rapporte „ad emendationem automati". Il prend diverſes valeurs „ſecundum Riccioli Aſtronomiam reformatam" [2]) de 1664 qui d'ailleurs ne lui apprend pas, ſi nous voyons bien, beaucoup de choſes nouvelles. La principale différence entre la nouvelle conſtruction et celle d'avant 1682 c'eſt que Huygens, comme on le voit au § 1 de la Pièce II qui ſuit, prend maintenant les périodes de Mars, de Jupiter et de Saturne „ſub Ecliptica" au lieu de les prendre „ſub fixis". C'eſt à cela ſurtout que viſent ses paroles (Pièce II, § 2): „Hæc in conſtructione Machinæ Planetariæ ſecutus ſum" [3]).

Diſant en février 1682 avoir emporté en partant de Paris la machine „qui n'eſtoit que commencée" [4]) Huygens ajoutait qu'il avait mis un habile ouvrier [ſavoir van Ceulen] à la Haye au travail à peu près depuis ſa rentrée dans cette ville, c. à. d.

---

[1]) Plus préciſément, à la p. 81.

[2]) P. 83.

[3]) Voyez aussi ce qu'il nota à la p. 91 du Manuscrit (§ 1 de la Pièce II qui suit).

[4]) T. VIII, p. 342. Voyez la lettre citée à la fin de la p. 163.

environ depuis feptembre 1681. Les pages confidérées plus haut du Manufcrit F datent apparemment foit en partie du dernier temps de fon féjour à Paris et en partie de plus tard, foit toutes du commencement de fon féjour à la Haye. Cetre dernière hypothèfe paraît la plus probable, puifque les nouveaux calculs fe terminent à la p. 110 du Manufcrit et qu'aux p. 101 et 112 fe trouvent refpectivement les dates du 8 février et du 16 avril 1682.

Les „remarques fur la conftruction d'un autre planetologe femblable au premier" (Pièce IV qui fuit) fe trouvent dans le Manufcrit F aux p. 117—118 et font par conféquent poftérieures au commencement de la conftruction de l'automate par van Ceulen [5]. Le premier planetologe" dont il y eft queftion n'eft donc pas le modèle parifien inachevé mais le planétaire achevé ou prefqu'achevé [5] de la Haye et les remarques ne femblent pas avoir eu de conféquences pratiques, vu que van Ceulen ne conftruifit que ce feul exemplaire.

Quant aux remarques hiftoriques de la Pièce I, elles font empruntées en partie à l'„Almageftum novum" de 1651 de Riccioli, en partie à quelques autres fources.

Nous nous contentons de reproduire ici deux vues d'enfemble du planétaire de 1682 puifque la „Defcriptio", comme nous l'avons dit au début de l'Avertiffement précédent, date de beaucoup plus tard et eft donc publiée plus loin dans le préfent Tome: c'eft là qu'on trouvera les figures plus détaillées fe rapportant à l'intérieur de l'automate.

[5]) Comparez la note 1 de la p. 182 qui suit.

LE PLANÉTAIRE DE 1682.

I. Remarques historiques sur les planétaires antérieurement construits.

II. Corrections à apporter au projet d'un planétaire de 1680—1681.

III. Exécution du projet corrigé à la Haye en 1682.

IV. Remarques sur la construction d'un autre Planetologe semblable au premier [1]).

[1]) C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.

I[1].

REMARQUES HISTORIQUES SUR LES PLANÉTAIRES ANTÉRIEUREMENT CONSTRUITS.

[1682]

Riccioli Almagestum Novum Parte 1 pag. 505 [2]).

Ioannulus Torrianus, vulgo Iannellus Cremonensis Caroli quinti artifex automaton construxit constans cupreis anulis deauratis mille quingentis quibus ad unguem omnes coelestes motus repræsentavit [3]).

Aliud Christianus rex Daniæ misit ad Moscovitarum imperatorem quod ille irridens remisit [4]).

Ferdinandus quoque Cæsar sed ex ingenio Maximiliani fabrefactum misit Solimanno Turcarum Imperatori munus gratissimum.

Per rotulas papyraceas conatus Petrus Apianus in opere quod astronomicon Cæ-

---

[1]) La Pièce est empruntée à la p. 104 du Manuscrit F. Voyez sur sa date l'Avertissement qui précède.

[2]) C'est en effet à la page indiquée (et en partie à la p. 504) de l'„Almagestum novum" que se trouvent les remarques historiques reproduites par Huygens. À cette page se termine le Cap. VIII („Indicantur Hypotheses quibus Planetarum quinque Minorum motus Explicari, ac de Machinis quibus repræsentari solent") de la Sectio Prima („De Planetis Minoribus in Communi") du Liber Septimus („De quinque Planetis Minoribus"). Les cinq planètes considérées ici par Riccioli (pour qui, de même que pour les anciens, le soleil est une planète tandis que la terre n'en est pas une) sont Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne.

Riccioli écrit: „Ex prædictis autem hypothesibus præcipuè verò ex antiqua seu Ptolemaica & Alphonsina multi conati sunt fabricare machinas & Automata, quibus Planetarum motus per armillas varias ac circulos oculis ad quoduis momentum temporis subijcerent, & Archimedis vitream æmularentur sphæram; Præcipuè Ioannulus Torrianus etc." Huygens ne cite pas Riccioli littéralement.

[3]) Il s'agit, pensons-nous, du planétaire de Giovanni de Dondi, savant italien du 14[ième] siècle, lequel fut prêt en 1364 et que Charles-Quint fit réparer par Torriani; comme ce dernier l'accompagna en Espagne lorsqu'il s'y retira après son abdication, il semble probable que le planétaire qui aujourd'hui n'existe plus, fut également transporté dans ce pays. — Il est vrai qu'il est rapporté que Torriani aurait de plus construit un autre planétaire.

[4]) Chez Riccioli: „Automaton Dano remisit, denuncians illi frustra ipsum de Coelo sollicitum, esse, cùm de terra inter ipsos armis certandum esset".

fareum inferipfit, dicavitque Carolo quinto et fratri ejus Ferdinando Imp. [5]).

Item Franfifcus Sarzofus Cellanus Arragoneus in opere quodam Æquator Planetarum [6]).

Item J. Schonerus in æquatorio aftronomico [7]).

Jo. Fernelius in fuo Monalofphærio [8]).

Qui omnes Ptolemæi et Alphonfinis Tabulis nituntur.

Felicius nuper (ait Ricciolus) P. Bonav. Cavallerius in fua Rota Planetaria Lansbergij tabulis et hypothefibus fubnixa [9]).

Keplerus miferetur Apiani diligentiæ, cujus interim ingenium multum laudat. Comment. de Stella Martis cap. 14.

Le paffage de Kepler de 1609 cité par Riccioli commence comme fuit: „Iam quis mihi fontem porriget lacrymarum, quibus ex merito fuo deplorem miferabilem Apiani induftriam, qui in fuo opere Cæfareo, Ptolemæi fidem fecutus, tot bonas horas impendit etc." Il y parle généralement de la „automatopoeorum κενοτεχνία".

Nous obfervons qu'en 1618, dans fon „Epitome Aftronomiæ Copernicanæ", Kepler s'exprime fur les planétaires avec plus de modération quoiqu'ici auffi fans aucun enthoufiafme. Il y parle fort brièvement (p. 7) des „Automata coeleftia, quibus interdum præter nudam delectationem fua etiam conftat utilitas, coelo præfertim nubilo".

Præter hos à Ricciolo recenfitos invenio Jufti Burgij organopoei apud Haffiæ Landgravium, automaton exiguum a Rotmanno in epiftolis ad Tychonem memoratum [10]).

Item Alexij Silvij facerdotis Poloni cujus defcriptio legitur apud Claudium Clementem lib. 2 Mufei fect. 2, cap. 5. Hic dicitur fphæram Archimedis non tantum imitatus fed et fuperaffe. Item fphæram Poffidonij planetarum motus referentem apud Ciceronem lib. 2 de natura deorum [11]).

---

[5]) Chez Riccioli: „Carolo V Imp. & Fratri eius Ferdinando Roman. Regi". Riccioli ajoute qu' Apianus y faisait voir les mouvements „in planisphærijs".

L'„Astronomicum cæsareum" d'Apianus parut à Ingolstadt en 1540.

[6]) Chez Riccioli: „in suo illo Aequatore Planetarum".

[7]) Une liste des oeuvres de Schöner se trouve dans „Johann Schöner, professor of mathematics at Nuremberg, a reproduction of his Globe of 1523 long lost, his dedicatory letter to Reymer von Streytperck etc. with new translations and notes on the globe by Henry Stevens of Vermont, edited with an introduction and bibliography by C. H. Coote", London, H. Stevens, 1888. Parmi ces oeuvres: „Aequatorium astronomicum. Babenberge impressum in aedibus Ioannis Schoners Anno Virginei partus 1521" et „Equatorij astronomici omnium ferme Vranicarum Theorematum explanatorii Canones, per Ioannem Schöner Charolipolitanum Francum, Mathematices studiosum ordinati. Impressum Nuremberge per Foedericum peypus, 1522".

[8]) „Monalosphærium sive astrolabii genus; generalis horarii structura et usus", Paris, 1526.

[9]) Cavalieri publia en 1646 à Bologne, sous le pseudonyme Silvio Filomanzia, un „Trattato della ruota planetaria perpetua e dell'uso di quella etc."

[10]) Voyez les Additions et Corrections.

[11]) Dans le livre cité Cicéron mentionne tant le planétaire récemment construit de Posidonius que celui, plus ancien, d'Archimède (comparez la note 13 de la p. 173): „Quodsi in Scythiam aut in Britanniam sphæram aliquis tulerit hanc, quam nuper familiaris noster effecit Pofidonius, cuius singulæ conversiones idem efficiunt in sole et in luna et in quinque stellis errantibus,

Une petite feuille ſéparée qui ſe trouve dans les „Chartæ aſtronomicæ" (f. 200) et qui n'eſt pas de la main de Huygens donne le texte de l'endroit de Clemens qu'il indique:

Claudius Clemens in Musei exſtructione et inſtructione, libro edito Lugduni anno 1635 [12]). lib. 2. ſect. 2. cap. 5. poſt recitatum epigramma Claudiani de Sphæra Archimedis [13]) hæc addit [14]): Hanc Sphæram, prout eam Archimedes machinatus eſt,

—

quod efficitur in cælo singulis diebus et noctibus; quis in illa barbaria dubitet, quin ea sphæra sit perfecta ratione? Hi autem dubitant de mundo, ex quo et oriuntur et fiunt omnia, casune ipse sit effectus aut necessitate aliqua, an ratione ac mente divina, et Archimedem arbitrantur plus valuisse in imitandis sphæræ conversionibus quam naturam in efficiendis, præsertim quum multis partibus sunt illa perfecta quam hæc simulata sollertius". Nous ajoutons que Cicéron fait aussi mention de la sphère d'Archimède dans ses Tusculanæ Disputationes I, § 62 (éd. M. Pohlenz, 1918) disant qu'elle montrait — comme celle de Posidonius — le mouvement de la lune, du soleil et des cinq planètes: „cum Archimedes lunæ solis quinque errantium motus in sphæram inligavit, effecit idem quod ille, qui in Timæo mundum ædificavit, Platonis deus, ut tarditate et celeritate dissimillimos motus una regeret conversio. quod si in hoc mundo fieri ſine deo non potest, ne in sphæra quidem eosdem motus Archimedes sine divino ingenio potuisset imitari".

[12]) „MVSEI sive BIBLIOTHECÆ tam priuatæ quàm publicæ Extructio, Instructio, Cura, Vsus. Libri IV. Accessit accurata descriptio Regiæ Bibliothecæ S. Laurentii Escurialis: Insuper Paramesis allegorica ad amorem literarum. Opus multiplici eruditione sacra simul et humana refertum; præceptis moralibus et literariis, architecturæ et picturæ subiectionibus, inscriptionibus et Emblematis, antiquitatis philologiæ monumentis, atque oratoriis schematis utiliter et amoenè tessellatum. Auctor P. Claudius Clemens Ornacensis in Comitatu Burgundiæ è Societate Iesu, Regius Professor Eruditionis in Collegio Imperiali Madritensi". Lugduni. Sumptibus Iacobi Prost. MDCXXXV.

[13]) „Iratus Iupiter in sphæram Archimedis pulcherrimo epigrammate inducitur à Claudiano".

[14]) Tout ce qui suit se trouve en effet chez Clemens à l'endroit indiqué. Le Cap. V cité est intitulé: „Globus & sphæra in medio Bibliothecæ ne deesto".

L'épigramme bien connu de Claudianus, auteur du quatrième et cinquième siècle de notre ère, (cité par Clemens) est le suivant:

Iuppiter in paruo cùm cerneret æthera vitro
Risit, & ad superos talia verba dedit.
Huccine mortalis progressa potentia curæ?
Iam meus in fragili luditur orbe labor?
Intra poli rerúmque fidem legémque virorum
Ecce Syracusius transtulit arte senex.
Inclusus varijs famulatur spiritus astris,
Et viuum certis motibus urget opus.
Percurrit proprium, mentitur signifer annum,
Et simulata nouo Cynthia mense redit.
Iámque suum voluens audax industria mundum,
Gaudet, & humana sydera mente regit.
Quid falso insontem sonitus Salmonea miror?
Aemula naturæ parua reperta manus.

ſubſecuta ipſum ſæcula vehementer deſiderarunt, ac tandem feliciter, imò etiam perfectiore ratione proximè ſuperiori anno Alexius Sylvius, ſacerdos natione Polonus, inſignium mathematicorum judicio inſignis mathematicus, nobis familiariter notus, Madriti in collegio Imperiali Societatis Ieſu abſolvit et reliquit: quoties eam video, ſatiari videndo non poſſum, novaque ſemper voluptate et admiratione afficior. Eſt autem hujuſmodi.

Ponderum lapſu ac vario rotarum implexu diurnas, annuas Solis et Lunæ converſiones, latitudines, ſynodos, oppoſitiones, aſpectus, tanta fide exhibet, ut in ſumma motuum anomalia per plura ſæcula nullus error qui ſenſui obnoxius ſit, deprehendi poſſit: rotulis quibuſdam induſtria ſingulari reſtituentibus motum, ubi ſcrupulis, qui negligi ſolent, coacervatis, temporis lapſu a vero deflexerit. Tardiſſimas quaſdam motiones cochlearum beneficio conſtruxit, quæ id efficiant, ut rota una, ſole et luna diurnos curſus agentibus, per duodecim annorum millia converſionem unam non abſolvat. Sed et hoc admiratione dignum eſt, eandem machinam ingenioſum illud Ariſtarchi Samij exhibere commentum, quod avorum noſtrorum ætate Nicolaus Copernicus inſtauravit; ſole nimirum quieſcente, et ſphæra terræ loco converſa, eadem evenire omnia, quæ in ſtantis terræ hypotheſi contingerent.

F. Berthoud, dans son „Histoire de la mesure du temps par les horloges" de l'an X ou 1802, en donne (T.I, p. 31) la traduction libre suivante:

Jupiter, ayant vu la fragile machine
Qui fait mouvoir les cieux sous une glace fine,
Dit aux Dieux, en riant: Un vieux Syracusain
A tâché d'imiter l'ouvrage de ma main!
Des décrets éternels, de cet ordre immuable
Qui régit l'Univers par un art admirable,
Archimède prétend contrefaire les lois.
Un esprit qui conduit mille astres à la fois,
Enfermé dans le sein d'un nouvel édifice,
Régle leur mouvement, en soutient l'artifice.
Dans ce monde apparent, le Soleil j'aperçois
Chaque an finir son cours, la Lune chaque mois.
Ce mortel, enivré de l'ardeur qui l'inspire,
Les voit avec plaisir soumis à son empire.
Du fils d'Eole en vain ai-je détruit les feux:
Un autre veut encor se comparer aux Dieux!

Nous rappelons que l'ouvrage d'Archiméde, qui semble être le plus ancien de tous les planétaires — nous en avons aussi dit un mot à la p. 599 du T. XVIII —, est également mentionné au premier siècle de notre ère alors qu'il se trouvait à Rome dans le temple de la déesse Vesta, dans le sixième Livre des Fastes d'Ovide:

Arte syracusiâ suspensus in aëre clauso
Stat globus, immensi parva figura poli.

II.

CORRECTIONS À APPORTER AU PROJET D'UN PLANÉTAIRE DE 1680—1681.

[1682]

§ 1[1]. Alia eſt proportio temporum periodicorum planetarum ſub fixis, alia ſub Ecliptica.

L'alinéa ſuivant eſt biffé, nous ne voyons cependant pas de raiſon pour le ſupprimer: Ego in machina planetaria [celle de Paris] ſecutus ſum [pour Mars, Jupiter et Saturne d'après les p. 151—152 qui précèdent] proportiones periodorum ſub fixis. Propterea Eclipticæ circulum mobilem feci, ut ſecundum præceſſionem æquinoctiorum tranſponi poſſit, in ſingulos circiter 72 annos, gradu uno, contra ordinem ſignorum. Hoc idem neceſſe eſt, ut noſcatur in quo gradu Eclipticæ planetæ verſentur. Et hac ratione ſtellæ fixæ immobiles manent ut ſunt revera. Sed converſiones magni axis ſingulæ totidem annos ſidereos valent, quorum 72 die uno excedunt totidem annos tropicos ſeu ſub Ecliptica. Proinde in annis 72 omnes planetæ retroagendi motu unius diei quippe qui in telluris orbita gradui uni reſpondet, verſato nempe axe communi tantillum, ut rota dierum uno die regrediatur. Vel in univerſum totidem gradibus retroagenda motu manubrij tellus, (quo cæteri planetæ etiam proportionaliter retrocedent), quot gradibus punctum æquinoctij transijt in præcedentia. Quibus telluris gradibus proxime reſpondent totidem dies in rota dierum. Hoc modo vera motuum coeleſtium repræſentatio habetur. ſimulque motus apheliorum per Eclipticam ſere exhibetur, cum reipſa puncta Eclipticæ ad puncta Apheliorum retro ferantur, aphelijs fere reſpectu fixarum immotis.

Poterat alioqui etiam ſic ordinari machina ut proportiones periodorum ſub Ecliptica rotarum dentibus tribuerentur, qua ratione Ecliptica immobilis maneret, ſingulæque converſiones axis magni reſponderent annis totidem tropicis. Tunc vero fixis ſtellis motus in conſequentia concedendus quantus eſt punctorum Eclipticæ in præcedentia etſi revera hoc motu ſtellæ careant.

---

[1]) Manuscrit F, p. 91.

Periodus Mercurij multo melius ſic numeris noſtris repræſentatur, melius etiam periodus Veneris. Multo quoque melius periodus Lunæ. In Marte ijdem numeri dentium manent. In Jove et Saturno alij fuere inveniendi.

En marge: Hoc ſecutus ſum [ſavoir dans le planétaire exécuté à la Haye] [2]).

§ 2 [3]). Hæc in conſtructione Machinæ Planetariæ ſecutus ſum.

Anni tropici longitudo, ſive periodus Telluris ſub Ecliptica eſt dierum 365. h. 5. m. 49'. 15''. 46'''.

Periodus ſub Ecliptica	Mercurij dierum	87. h.	23.14'.24''.
	Veneris	224.	17.44'.55''.
	Martis	686.	22.20'.
	Jovis	4330.	1.26' ſive 11 an. 315 d. 1 h. 26'
	Saturni	10747.	11.45' ſive 29 an. 162 d. 11 h. 45'

Qualium temporum Periodus Telluris ſub Ecliptica eſt 105190 [§ 3 qui ſuit] talium Periodus ſub Ecliptica	Mercurij	25335
	Veneris	64725
	Martis	197836 [§ 3 qui ſuit]
	Jovis	1247057
	Saturni	3095277 ſec. Riccioli
	Menſis ſynodici	8505

Haſce aberrationes quæſivi — voyez le § 3 — ex motibus annuis Solis et Planetarum quales apud Ricciolum in Aſtronomia reformata. E quibus etiam numeros dentium ſimplicius inveniſſem. Vide calculum poſt 7 pag. (§ 4 qui ſuit).

In annis 20	☿	promovendus 0 .7'.47''.
	♀	promovenda 3°.37'
	♂	promovendus 0 .24' [§ 3 et § 4 qui ſuivent]
	♃	promovendus 0 .1'9'
	♄	promovendus 0 .1'.34''
	[luna]	promovenda 1°.31' in orbiculo fixo.

Vide poſt 6 folia [§ 4 qui ſuit] ubi Riccioli numeros ſecutus ſum.

[2]) Consultez aussi sur ce sujet la „Descriptio" avec les notes que nous y avons ajoutées.

[3]) Man. F. p. 95.

Aphelia	Nodi ascendentes	Declinationes	Semidiametri	Excentricitates
mêmes fignes et mêmes nombres de degrés qu'au § 15 de la p. 148 qui précède; feulement auprès des 2°59′44″ de Vénus Huygens n'annote pas feulement: Horroxio circa 5° ♒ [4]) mais auffi: Ricciolo imo 6.31′33″ ♒.	mêmes fignes et mêmes nombres de degrés qu'à la p. 149, excepté pour Mercure où Huygens écrit 14°29′47″ ♉ fec. Gallet [5]), et où il ajoute: Mercurij nodus descendens 14.51.35″ ♏ ex Hevelij obfervatione [6]) et meo calculo [7]).	☿ 6°54′ 0″ ♀ 3.22. 0 ♂ 1.50.30 ♁ — ♃ 1.19.20 ♄ 2.32′ 0	Orbium Planetarum mêmes nombres qu'au § 15 de la p. 148.	in ijfdem partibus

§ 3. Nous ne croyons pas devoir reproduire tous les calculs des pages confidérées du Manufcrit F. Voici comment Huygens calcule pour Mars la période par rapport à l'écliptique [8]).

Il commence par noter 686^{d}. 23^{h}.31′.56″ Periodus ♂ fub fixis. C'eft la période (où il eût pu écrire 57″ au lieu de 56″) qu'on trouve auffi aux p. 150 et 151 qui précèdent et que nous avons dit être tirée des Tables Rudolphines de Kepler.

Motus annuus ♂ fub Ecliptica dierum 365 6$^{s[igna]}$. 11$^{gr.}$. 17′. 8″ five 191°. 17′.8″.

191°. 17′ 8″ ——— 365^{d} ——— 360° . . . .
60   360.60

. . . .

11477⅐   7884000

80340   7   55188000   7

[4]) Voyez la note 41 de la p. 149 qui précède.

[5]) „Mercurius sub Sole visus Avenione die 7 Novembris 1677. Observante Joan. Car. Gallet I. V. D. Præposito S. Symphoriani Avenionensis". On peut consulter sur cette observation le Journal des Sçavans du 20 Dec. 1677 (cité aussi dans la note 12 de la p. 121 du T. XV).

[6]) Voyez la note 41 de la p. 149 sur le livre d'Hevelius „Mercurius in Sole visus Gedani anno Christiano MDCLXI, d. III Maji, St.n."

[7]) Voyez la p. 325 qui suit où Huygens, en janvier ou février 1682, corrige en 14°22′ ♏ la valeur

Par conséquent, en divisant 55188000 par 80340,

$$191^\circ.17'\ 8'' \text{ —— } 365^{d} \text{ —— } 360^\circ \text{ —— } 686^{d}.22^{h}.20'$$ periodus ♂ sub Ecliptica.

Sur la même page Huygens note pour le mouvement diurne de Mars

31'. 26''. 39''' diurnus ♂

C'est, peut-on dire, la valeur de Kepler: dans l'„Almagestum novum", Lib. VII, Sect. II, p. 534, Riccioli écrivait pour le

Motus medius ♂ ab æquinoctio { 0 gr. 31'.26''.39'''. $11^{IV}.41^{V}.11^{VI}$ d'après Kepler
0 gr. 31'.26''.39'''. $8^{IV}.21^{V}.5^{VI}$ d'après Boulliau;

il est vrai que dans l'„Astronomia reformata", Lib. VII, p. 327, il n'écrit que la valeur d'après Boulliau (en omettant les 5^{VI} et cette fois sans nommer Boulliau en cet endroit), mais Huygens, comme on voit, se contente de reproduire les trois premiers nombres.

Quant à l'angle 6 signa 11°17'8'', ou 191°17'8'', Riccioli à la page citée de l'„Astronomia reformata" donne cette valeur au mouvement de Mars par rapport à l'écliptique en 365 jours immédiatement après avoir écrit le „motus medius ab æquinoctio" d'après Boulliau; c'est en effet le multiple de cette dernière valeur par 365. Mais en prenant le multiple par 365 de la valeur de Kepler on trouve également 191°17'8''.

Periodus Martis sub Ecliptica $686^{d}.22^{h}\frac{1}{3}$
24.12
....
19736 en douzièmes parties d'heure.

Dans la même unité on a Periodus ♄ sub Ecliptica 105190 (comparez la p. 150 qui précède).

C'est donc le rapport 105190 : 19736 qui détermine celui des nombres des dents des roues qui s'engrènent. Ce rapport donne la fraction continue

$$1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{7 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{2}}}}}}$$

tandis que celle, correspondante, de la p. 151 était

$$1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{7 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{4}}}}}$$

En négligeant la dernière fraction partielle $\frac{1}{2}$ de la première fraction continue, on trouve successivement, en remontant, les fractions $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{5}{37}$, $\frac{37}{42}$, $\frac{79}{42}$. Comparez la note 47 de la p. 151 s'appliquant à la deuxième fraction continue.

14°16'42'' ♏ de la longitude de Mercure, vu du soleil, donnée par Hevelius (il s'agit ici de l'année 1661), et discute la question de savoir combien cette longitude varie par an (Man. F, p. 99). Mais cette variation est trop faible pour pouvoir conduire à la valeur 14°51'35'' ♏ du présent texte pour 1677 ou 1682. Huygens parle apparemment ici (Man. F, p. 95) d'un calcul antérieur qui nous est inconnu.

8) Man. F. p. 92.

Huygens peut donc conclure ici aussi: dentes 42 et 79.

C'est pourquoi il disait au § 1: In Marte ijdem numeri dentium manent.

Plus précisément il trouve 197836 —— 105190 79 —— $42\frac{1}{220}$. Bon.

Donc: In 220 annis uno dente promovendus Mars qui facit $4\frac{1}{2}$ gr. circiter ce qui correspond à $24\frac{1}{2}'$ en 20 ans, voyez le § 2 qui précède et aussi le § 4 qui suit (tandis qu'à la p. 151 le calcul donnait $42\frac{1}{316}$, d'où se tirait la conclusion: singulis 316 annis uno dente promovendæ rotæ).

Le Manuscrit F contient des calculs du même genre pour Jupiter, pour Saturne [9]) et pour la Lune.

§ 4. Au § 2 Huygens disait que les „numeri dentium" peuvent être trouvés „simplicius" que d'après le calcul du § 3.

Aux p. 103 et 104 du Manuscrit F il écrit à cet effet:

Secundum Ricciolum medius motus ☉ in anno communi dierum 365

S. ° I II III IV V VI
11. 29. 45. 40. 30. 56. 5. 1.

ce qui donne à Huygens qui prend seulement $\overset{s}{11} \ldots\ldots\ldots \overset{III}{31}$, le nombre $77708431'''$.

Nous observons qu'en donnant, à la p. 69 (Lib. I, Cap. XIX) de son „Astronomia reformata", cette valeur au „medius motus solis" en 365 jours, Riccioli cite aussi la p. 540 (Lib. III, Cap. XVII) de son „Almagestum novum" où il écrivait $\overset{S}{11}.\ \overset{\circ}{29}.\ \overset{I}{45}.\ \overset{II}{40}.\ \overset{III}{50}.\ \overset{IV}{38}.\ \overset{V}{0}.\ \overset{VI}{0}$, ce qui aurait fourni à Huygens, en prenant seulement $\overset{s}{11} \ldots\ldots 51'''$, le nombre $77708451'''$.

Mars. $\overset{S}{6}.\ \overset{\circ}{11}.\ \overset{I}{17}.\ \overset{II}{8}.\ \overset{III}{6}$ [voyez le § 3], ce qui conduit au nombre $41317686'''$.

9) Pour Saturne le rapport $4665600000''''$ [c.à.d. 360°] : $158451474''''$ [c.à.d. $12°13'34''17'''54''''32^{V}$, qui est le motus medius annuus ♄ sub Ecliptica secundum Riccioli astronomiam reformatam pag. 301] conduit à celui des nombres des dents. En prenant 206 pour le premier de ces nombres (voyez la suite de la présente note), nous trouvons pour le deuxième ∴ — $\frac{1}{568}$.

Or, à la p. 230 du Manuscrit F, datant de 1685 ou 1686, Huygens écrit:

$12°13'34''$ motus annuus ♄ Ricciolo, hoc est dierum 365. $11^{s}29°45'41''$ motus annuus Telluris; ce qui conduit au rapport du dernier au premier $1295141''$: $44014''$ ou $206 : 7 + \frac{1}{1444}$. Il dit donc: Positis in rota Saturni dentibus 206 deberet rota annua isti inserta habere tales dentes $7\frac{1}{1444}$; damus autem tantum dentes 7. Ergo cum anno uno deficiunt rotæ annuæ $\frac{1}{1444}$ unius dentis, manifestum est in annis 1444 deficere dentem unum, hoc est uno dente post tot annos promovendam esse rotam annuam cum quo dente etiam Saturniæ rotæ dens unus progreditur, qui cum efficiat $\frac{1}{206}$ ambitus totius hoc est 1 gr. 44 min. hinc sequitur ut in annis 20 promovenda sit rota Saturni 1 min. 14 sec. [1 min. 34 sec. suivant le § 2 qui précède].

En prenant avec Kepler 365 × 31′26″ .... 11^{VI} [§ 3], ce qui nous donne 6. 11°. 17′. 8″. 22‴, Huygens aurait obtenu le nombre 41317702‴.

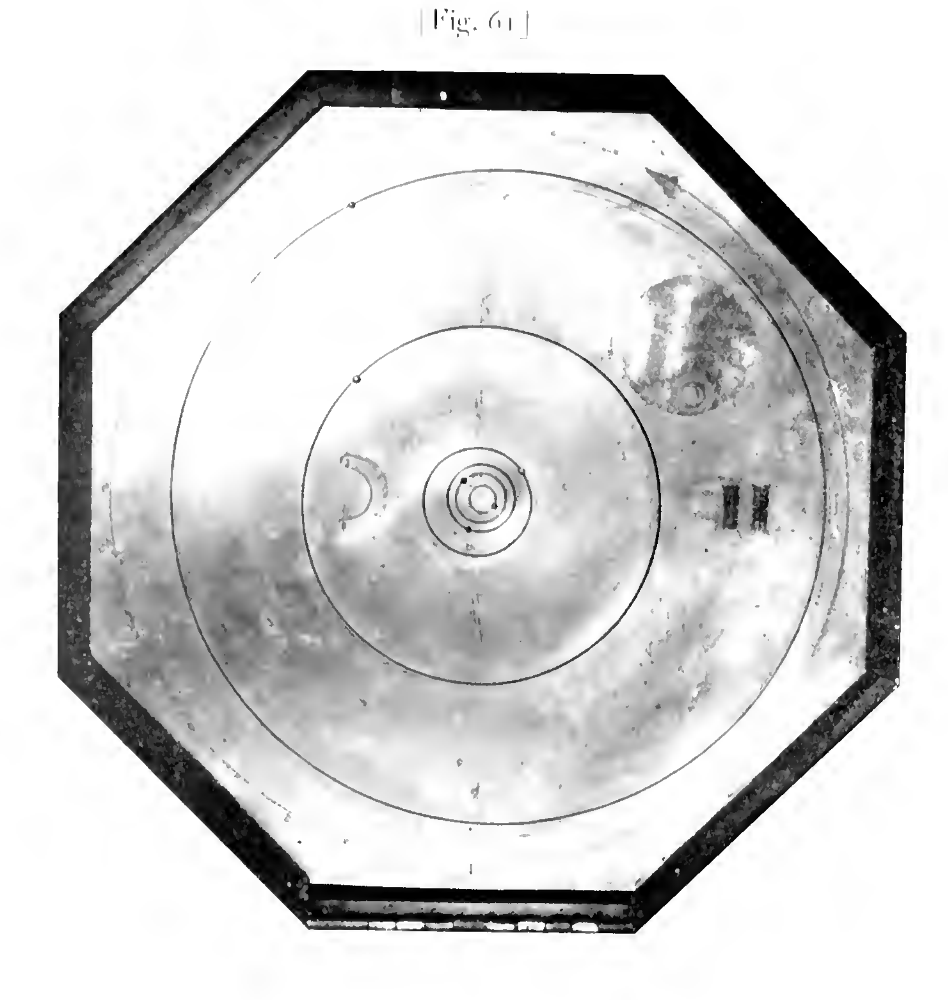
77708431 —— 41317686 —— 79 dentes .....

Le calcul donne pour le quatrième terme de cette proportion $42 + \frac{1}{226}$ dentes. ce qui s'accorde à fort peu près avec le résultat du § 3: d'après le présent calcul il faut toutefois écrire: In 226 annis (au lieu de : in 220 annis) uno dente promovendus Mars. Ce qui conduit à 24′ (au lieu de 24½′) en 20 ans; comparez les §§ 2 et 3.

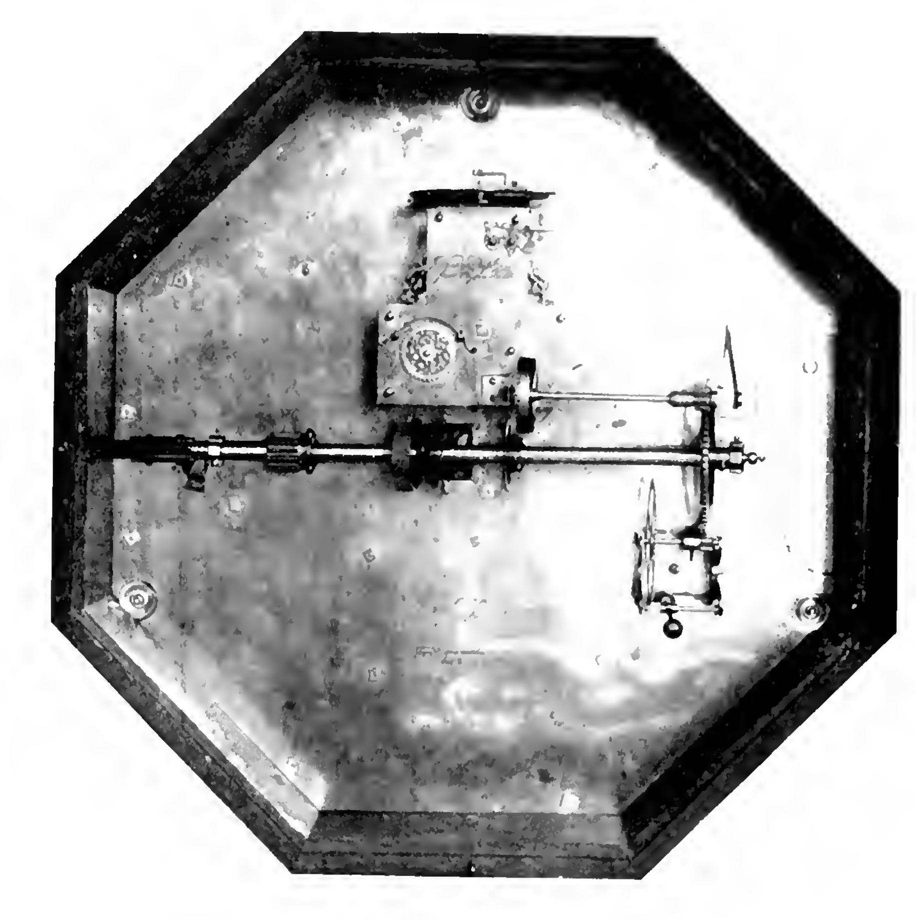
En prenant les nombres 77708451 et 41317702 dont il était question plus haut, on trouve le même nombre de dents $42\frac{1}{226}$.

Suivent des calculs analogues pour Saturne, Jupiter, Vénus et Mercure.

[Fig. 61]



[Fig. 61 bis]



III.

EXÉCUTION DU PROJET CORRIGÉ À LA HAYE EN 1682.

Comme nous l'avons dit dans l'Avertiſſement, nous nous contentons de reproduire ici [Fig. 61 et 61 bis] deux vues d'enſemble du planétaire de 1682, duquel nous avons parlé auſſi au début de l'Avertiſſement précédent (p. 111). Voyez en outre la note 5 de la p. 343 du T. VIII et la figure vis-à-vis de la p. 525 du T. XVIII.

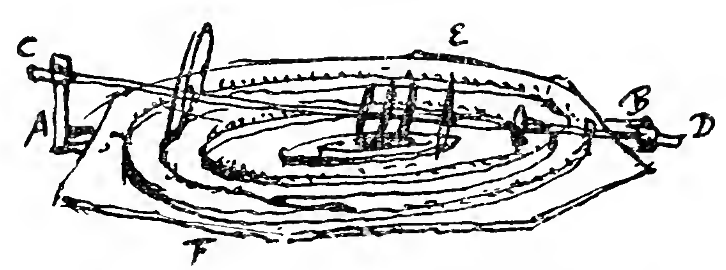
IV.

REMARQUES (leçon alternative: AVIS) SUR LA CONSTRUCTION D'UN AUTRE PLANETOLOGE SEMBLABLE AU PREMIER [1]).

[1682]

Il faudroit laiffer la plaque de devant EF [Fig. 62] entiere jufqu'a ce que toutes les roues marchaffent. Ce feroit un grand abregè a ce travail. A cette plaque il faut


[Fig. 62]



attacher des fupports provifionels A, B, pour porter l'arbre CD, chargè de toutes les roues ou pignons qui engrainent dans les cercles dentez des planetes, et dans la roue des 300 ans.

Apres que tout ira de cette maniere l'on choifira fur cette mefme placque les endroits ou l'on pourra mettre les pieds, en forte que chaque piece, comprife entre deux orbites, tiene apart a la placque de derriere que l'on mettra apres.

Pour fortifier cette placque [de devant] il faut y attacher par deffous l'autre plaque dans la mefme fituation qu'elle fera par apres par deffus. Cela fera que par apres cette plaque de derriere ne forcera ni ne contraindra pas celle de devant autrement qu'elle n'a fait pendant qu'on a ajuftè les dens des roues.

Il faut devant toute chofe marquer les orbites des deux coftez de cette plaque de devant, en perçant fubtilement leur centres, pour eftre affurè que l'un coftè refpond

---

[1]) Manuscrit F, p. 117—118. Les dates du 16 avril 1682 et du 31 août 1682 se trouvent respectivement aux p. 112 et 135. Le 19 février 1682 Huygens écrivait déjà à Gallois (T. VIII, p. 342) à propos de la machine planétaire que construisait van Ceulen qu' „il ne s'en faut que fort peu maintenant qu'elle ne soit achevée".

juſte a l'autre. Puis marquer ſur le coſtè de dedans les places des anneaux plats qui portent les roues dentees, miſes ſur le champ. Les endroits des pieds eſtant marquez il faut coucher la plaque de derriere ſous la plaque de devant du coſtè de devant, c'eſt a dire en ſorte qu'elle ſoit appliquee contre la face de la plaque de devant qui paroiſtra aux yeux, et percer les trous des pieds a travers toutes les deux bien perpendiculairement afin qu'ils reſpondent exactement. L'on rivera les pieds a la plaque de devant, mais on ne limera la rivure qu'a la fin que tout ſera preſt a eſtre dorè.

Puis il faut percer la plaque de derriere aux endroits ou les pignons des planetes attachez a l'arbre CD doivent paſſer; apres quoy l'on poſera cette plaque et on l'attachera, par les pieds ſuſdits, a l'autre plaque, en mettant des eſcrous a leur bouts, qui ſont a vis. Tant plus gros ſeront les pieds tant meilleurs, ſurtout aux grandes pieces. Puis l'on ajuſtera deux ſupports ſur la plaque de derriere en ſorte qu'ils portent l'arbre CD, juſtement dans la meſme ſituation qu'il avoit eſtant dans les ſupports AB, et que cet arbre tourne librement dans tous les quatre. Apres quoy l'on oſtera les ſupports AB, en laiſſant l'arbre couchè dans les deux autres qu'on vient de mettre, et qui ſont pour demeurer.

En dernier lieu l'on couppera la placque de devant aux orbites des planetes avec un compas a verge, dont le pied qui couppe ſoit quarrè au bout, et meſme un peu plus large par en bas ainſi . Il faudra, pour arreſter le pied du centre, attacher quelque rouleau qui ait un trou au milieu, ou ce pied entre. Il faut faire cette couppe par le coſtè de dedans.

La plaque de derriere doit eſtre forte, ou l'on pourroit meſme la fortifier le long de l'arbre par une regle miſe ſur le champ. Il faut conſiderer meſurer et compaſſer exactement les roues dentees et les pignons, que les dents s'ajuſtent parfaitement, en laiſſant premierement les roues de champ hautes et baiſſant peu a peu les dents.

Il faut tant ſoit peu plus de diſtance entre les plaques que je n'en ay mis, ce qui a fait la roue de champ de Saturne trop baſſe, qui ne ſouffroit pas que le pignon fut aſſez gros; d'ou il a falu avec peine rapetiſſer la roue de Saturne.

Les roues des jours et des annees peuvent eſtre concentriques a celle de Jupiter.

[Fig. 63]

Sur la roue platte de Saturne il faut river la roue de champ pendant que la roue platte eſt encore unie au rond dont on la veut couper, autrement elle ſe retire.

Pour bien adjuſter le chaſſis de cuivre qui tient la glace, il faut le tenir bandè avec un baſton par le milieu et faire qu'ainſi il conviene juſtement a la boete [Fig. 63], meſme avec autant de poids attachè que la glace peut peſer. Puis il faut couper et egrugir la glace qu'elle entre juſte dans le chaſſis, le quel elle tiendra alors en eſtat, et il ſe fermera bien.

Il vaut mieux de n'ouvrir pas la machine meſme par devant, mais ſeulement la glace.

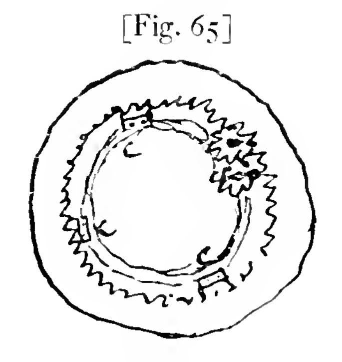
parce que la charniere eſt malaiſée a ajuſter pour le grand poids de la machine. L'on peut ſuspendre la boete en ſorte qu'on la tourne le derriere devant pour voir la machine par derriere. Alors la plaque de devant tiendra la boete en eſtat, au lieu que c'eſt autrement le fonds.

Chacune des grandes roues plattes tourne contre 5 ou 6 pieces dont il y en peut avoir 3 ou 4 d'arreſtees pour tousjours, et rivees ſur la plaque de devant. mais les autres doivent eſtre de deux morceaux dont celuy de deſſous ABC [Fig. 64] ſoit rivè a la meſme plaque, et celuy que l'on met deſſus, DEF, ſoit attachè a vis ſur l'autre, ou il entre auſſi avec deux pointes. par ce moien l'on ne voit point le bout de la vis ſur le devant de la plaque.

[Fig. 64]

Au lieu que la roue fixe, dans la quelle engraine le pignon de la Lune, eſt attachée entre les orbites de la terre et de Venus on devroit l'attacher entre les orbites de la terre et de Mars la faiſant dentée en dedans, ce qui feroit tourner le premier pignon a rebours, mais le ſecond qui porte la terre avec la Lune tourneroit comme il faut [Fig. 65], et l'on n'auroit pas beſoin du troiſieſme pignon, comme a cet heure. Et l'on auroit pourtant la juſteſſe de la periode que donnent les deux pignons inegaux. Outre qu'il y a bien plus de place entre les orbites de la Terre et de Mars pour attacher la roue fixe qu'entre celles de la Terre et de Venus. Cette roüe auroit auſſi les dents plus grandes. Elle doit eſtre un peu elevée de la plaque, afin que les pieces CCC ſous et contre leſquelles coule l'anneau de la terre, puiſſent eſtre deſſous elle. Il ſera bien mieux d'avoir par ce moyen, et la roue, (dentee en dedans), et les pignons, attachez a une meſme piece, qui dans ma machine tienent a deux pieces differentes.

[Fig. 65]



Il faut faire inegales les dens des roues ſur le champ, qui portent les planetes, ſuivant noſtre methode, leſquelles roues par ce moyen ſeront concentriques aux orbites de leur planetes, et par tout d'egale hauteur. Les diviſions inegales des planetes Mars, Venus et la Terre ſe feront ſur des cercles de cuivre, que l'on fera embraſſer les cercles de champ, pour y tranſporter les diviſions. Pour Mercure ſeul il faut des dens egales comme nous avons fait, et une roue de renvoy.

Voyez auſſi, à la p. 354 qui ſuit, l'alinéa des „Penſées meſlees" qui commence par les mots: Je pourrois ajuſter mon automate dans une ſphere armillaire etc.

DANS DIX MILLE ANS...
OPINION DE HUYGENS SUR LA SOBRIÉTÉ DU STYLE QUI CONVIENT AUX AUTEURS POUVANT ESPÉRER QUE LEURS OEUVRES SERONT DURABLES.

DANS DIX MILLE ANS... OPINION DE HUYGENS SUR LA SOBRIÉTÉ DU STYLE QUI CONVIENT AUX AUTEURS POUVANT ESPÉRER QUE LEURS OEUVRES SERONT DURABLES.

[?] [1])

§ 1. Cogita 10000 annos. Item qualia hæc Chinenſibus quondam apparitura.

Le mot „hæc" déſigne apparemment les œuvres occidentales — ou plus généralement la civiliſation occidentale — du dix-ſeptième ſiècle ainſi que, peut-être, de quelques ſiècles précédents et ſuivants.

§ 2. Si quem citas, adjiciendum unde cognoſcatur vel commendetur.

§ 3. Verba recitare aliorum humile, niſi admodum celebrium. Præſtat tuis verbis referre ſummatim quid dixerint.

A condition, pourrions-nous ajouter, de rendre fidèlement les opinions des auteurs cités, pour ne pas induire en erreur le ſavant chinois qui nous lira dans dix mille ans...

§ 4. Hiſtoria eorum quæ contigerunt, (ſed miſſis minimis) non ingrata erit lectori. Hoc modo vendicandum quod tibi debetur.

§ 5. Quid Carteſius dixiſſet cogita, qui paucos citat parcè laudat. quid Galileus qui liberalius. inter utrumque.

Nous aurions pu remarquer dans le T. XX qu'en critiquant la théorie de Stevin ſur l'égalité des 12 intervalles de la gamme Huygens n'a pas cité la brochure de 1659 de D. Rembrantz. van Nierop „Wis-konſtige Muſyka, vertoonende de oorſæcke van 't geluyt, de redens der Zanghtoonen telkonſtigh uytgereeckent etc." où l'on trouve la même critique (les deux derniers chapitres ſont intitulés: „VII. De redens der toonen na Symon Stevin"; „VIII. Aenmerckinge op de redens der toonen van Symon Stevin"). Il eſt vrai que nous ne pouvons pas démontrer que Huygens a connu cette brochure.

§ 6. Refutare particulatim errores obſcuriorum nec opus eſt nec humilitate caret. Quod ſi vivorum, minus offendet ſi rationem reprehensionis addideris, quam ſi tantum improbes. Hoc quidem ſublimius [2]), ſed intolerabilius. Ergo leniter quantum poteſt. Acerba enim decertatio non commendat ſcriptoris indolem, ſed ingenuitas et humanitas. Carpe ergo modeſte, non nimis adſeveranter. Utere illis *videtur*, *puto*, *non video*. Excuſa etiam errantes. Ne videare infenſus [3]).

Huygens nous en aurait peut-être voulu d'avoir publié (T. XX, p. 8) ſa critique de 1656 d'un livre de Meibomius, laquelle commence par les mots „Homo plane ineptus eſt".

---

[1]) Chartæ aſtronomicæ, f. 126. La date de cette feuille eſt incertaine.

[2]) Comparez les l. 8—11 de la p. 262 du T. XIX.

[3]) Comparez le premier alinéa de la p. 505 du T. XVIII.

§ 7. Multi ita ſcribunt quaſi in annum unum victura, nec niſi ſibi contemporaneis legenda. Aliquid addere ſe dicunt ne pagina vacet. Feſtinatione operarum typographicarum ſe premi profitentur. Styli tenuitatem excuſant. Quæ omnia frivola et inepta. Vide quid Archimedes, quid Cæſar, alij quorum ſcripta ætatem tulerunt. quid in quoque placeat.

§ 8. Libri omnes philoſophici, et mathematici, niſi nova quædam inventa aut obſervata contineant, non diu ſuperſtites erunt. Ergo quæ talia non ſunt, jungantur talibus ne pereant. ſi quidem mereantur.

§ 9. Non erit meditandi finis ſi plane perfecta atque exacta conſcribere coneris. Itaque ſi dubites utrum hoc an illo ordine proponas, aut quid e duobus præferas, ne diu delibera ſed alterutrum ſequere, non enim res magnas et cognitione dignas, levibus obſtaculis remorari oportet. Nimium deliberas [4]).

§ 10. Et quæ deſperat niteſcere poſſe relinquit [5]). hoc omnino ſequendum.

§ 11. Non ſolum ut intelligi poſſimus opera danda eſt, ſed et ne poſſimus omnino non intelligi. Quintilianus [6]).

§ 12. Non ſemper opus omnia exequi per quæ tibi fuit eundum ut in ſententia confirmareris. Nec tibi ipſi objicere quicquid occurrerit. Sed iſta tamen ſervanda ad uſum.

§ 13. Alluſiunculæ quædam ad antiquas fabulas apud eos qui de ſcientijs tractant, ut aſtronomia aut phyſica, ut Ceplerus fere perpetuo, et Verulamius cum mythologum agit, ineptæ et inſipidæ. Nihil tale apud priſci ævi ſcriptores; an qui talia nugabantur, propterea neglecti perierunt?

N'oublions pourtant pas que l'„Horologium oſcillatorium" de 1673 était précédé, non ſans le conſentiment de Huygens, de la longue et fort mythologique „Hadriani Vallii Daphnis, ecloga ad Chr. Hugenium" (T. V, p. 292—298 et T. XVIII, p. 82—83).

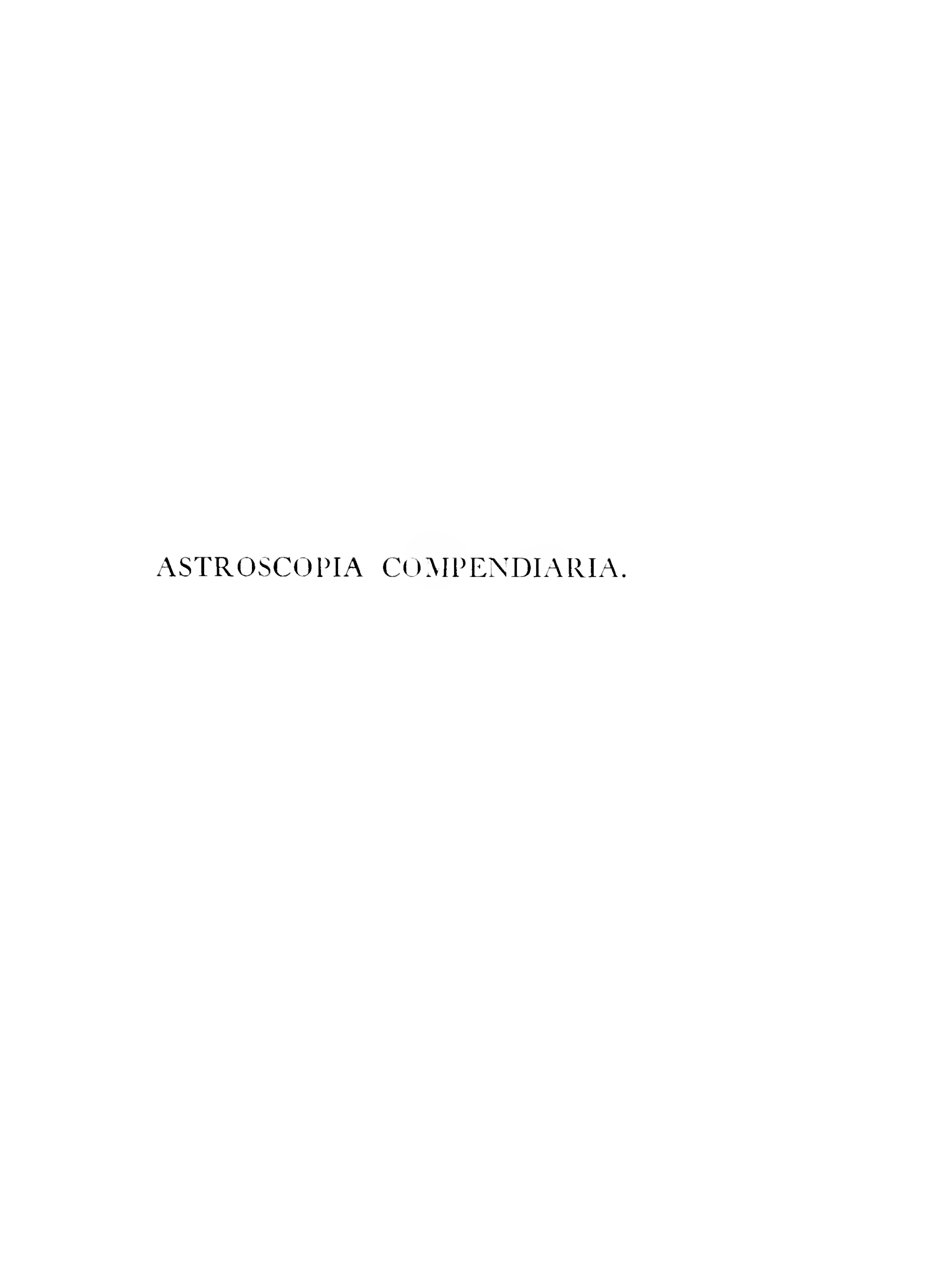
Voyez auſſi, à la p. 219 qui ſuit, l'„alluſiuncula" de 1684 au fil d'Ariadne. Mais il eſt vrai que dans les oeuvres ſcientifiques de Huygens des alluſions de ce genre ſont à bon droit fort rares.

---

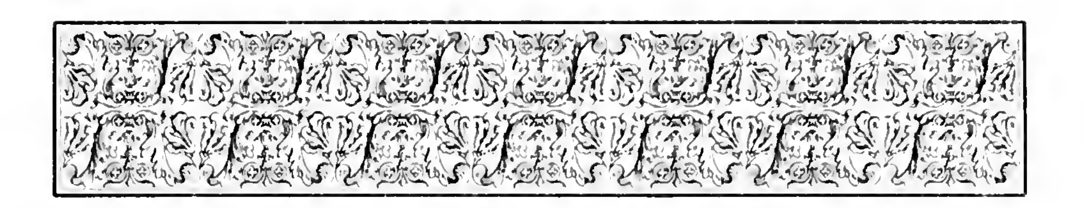
4) Comparez la p. 479 du T. XX.

5) . . et quæ
Deſperat tractata nitescere posse, relinquit. — Horace, de Arte Poëtica, vs. 149—150.

6) Nous ne trouvons cette ſentence ni dans les „Institutiones oratoriæ" ni dans les „Declamationes". Fort probablement Huygens a cité de mémoire. D'après le Catalogue de Vente de 1695 il poſſédait les „Institutiones oratoriæ" (Libri Miſcellanei in Octavo n° 80) et auſſi les Oeuvres de Quintilien en traduction françaiſe (Libri Miſcellanei in Quarto n° 284, Quintilien de l'Institution de l'Orateur et les grandes & entieres Declamations, 2 voll. Paris, 1663).



ASTROSCOPIA COMPENDIARIA.



Avertissement.

Nous avons dit quelques mots à la p. 19 qui précède de l'idée, non exécutée, de Huygens de 1662 d'observer les astres avec des lunettes sans tuyau „laissant seulement [le côté] d'en bas [du tuyau]", ainsi que des observations effectives, sans aucun tuyau, qui eurent lieu en France en 1663 et auxquelles Huygens assista. C'était à Issy, à la maison de campagne de Thévenot, qu'on observait de cette façon suivant les idées d'Auzout [1]. Huygens écrit tant à Moray qu'à son frère Constantyn qu'à travers le petit ais où l'objectif est enchâssé passe aussi, à angles droits, un petit tuyau par lequel un observateur placé auprès de l'objectif vise l'astre désiré, mettant ainsi l'objectif lui-même dans la bonne position, après quoi l'on trouve aisément le lieu qui convient au même instant à l'oculaire placé sur un pied portatif. Il ne dit pas si l'observateur mentionné se trouvait sur une échelle ni à quel objet fixe le petit ais de l'objectif de la lunette aérienne de 35 pieds était attaché. Etait-ce à un arbre, à un mât, à un coin de la maison? Et quel était le mécanisme par lequel l'observateur fixait l'ais dans la bonne position? Nous ignorons ces détails. Dans son discours de 1667 sur l'expédition de Madagascar Auzout mentionne [2] „la machine pour se seruir des Lunetes sans tuiau", et dans l'Astroscopia Huygens parle en termes généraux [3], à

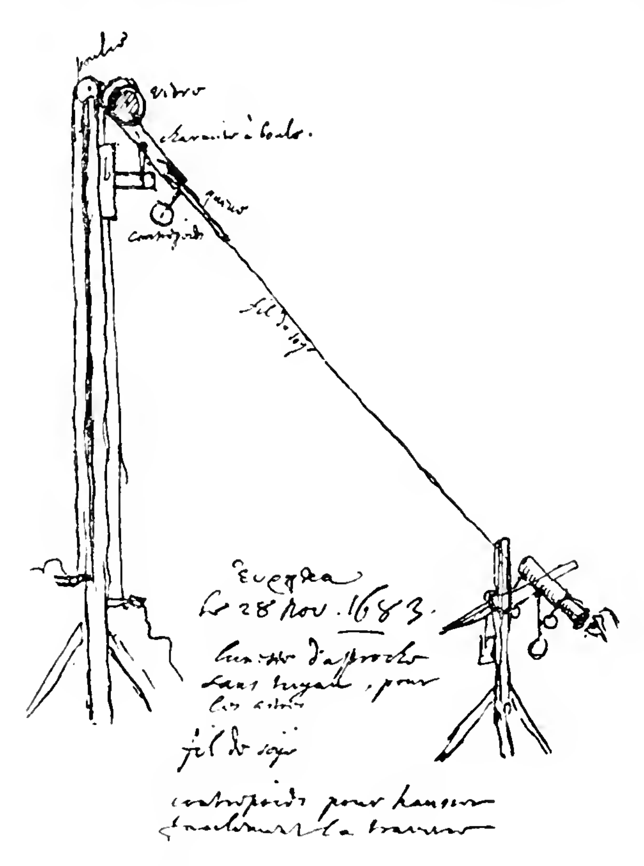
[1]) T. IV, p. 433 et 452, T. VIII, p. 508 („Mr. Theuenot dit — en 1684, à propos de l'Astroscopia — qu'il auoit desia pratiqué cette maniere"). Voyez aussi la note 51 de la p. 20 qui précède.

[2]) P. 32 qui précède.

[3]) P. 213 qui suit.

propos de cette invention antérieure, d'un mécanisme trop compliqué qui jusqu'ici s'est montré impraticable[4]). Auzout lui-même, encore en 1684, n'était pas de cet avis[5]).

Suivant la lettre de Huygens d'août 1683 à son frère Constantyn, ce fut en lisant un écrit de cette année de Hautefeuille — quoique cet écrit [6]) ne se rapporte pas à une lunette sans tuyau — qu'il conçut l'idée de sa nouvelle construction. Mais il est évident qu'en ce temps il a dû songer également aux lunettes sans tuyau de 1662—1663 ainsi que peut-être à celles de 1667—1668 dont il était question dans la note 37 de la p. 17 qui précède.



Dans le Manuscrit F [7]) il nota ensuite:

„εὕρηκα le 28 Nov. 1683. lunette d'approche sans tuyau, pour les astres. fil de soye. contrepoids pour hausser facilement la traverse aupres de l'oeil.

La piece de bois *b* [figure] glisse le long du mast estant taillée a queue d'aronde. deux regles de bois attachees sur le mast laissent entre deux la coulisse" [8]).

[4]) machinatio quædam difficilis nimium etc.

[5]) Voyez, à la p. 488 du T. VIII, sa lettre à Justel de juin 1684, lue en ce même mois à la Royal Society.

[6]) T. VIII, p. 440, „Invention nouvelle pour se servir facilement des plus longues Lunettes d'Aproche: et quelques autres moyens de les perfectionner". Voyez sur le contenu de cet écrit l'endroit cité, ainsi que les p. 495—496 du même T. VIII, où il est aussi question d'un article antérieur, de 1682, de Bossat sur les télescopes.

[7]) P. 177.

En décembre 1683 Huygens écrit à B. Fullenius [9]) avoir obfervé la lune avec fa nouvelle lunette fans tuyau, la diftance des lentilles entr'elles étant de 36 pieds [10]). En avril 1685 il eft queftion d'une obfervation avec un objectif de 84 pieds de foyer, fupporté par un mât de 61 pieds [11]), en octobre 1686 d'un mât de 105 pieds et d'une lentille de 125 pieds [12]), en mars 1687 de l'emploi d'une lentille de plus de 200 pieds [13]).

Nous obfervons en paffant qu'il n'eft pas vrai, comme il eft dit à la p. 10 du T. XV dans un Avertiffement où il eft queftion de „la manipulation de ces inftruments [c.à.d. de télefcopes] énormes", que Huygens pouffa „la longueur des tubes jufqu'à 122 pieds": à l'endroit cité [14]) il eft en vérité queftion d'un „telefcopium ped. 122" de 1686, mais c'eft d'un télefcope *fans tube* qu'il s'agit.

La lettre de Huygens à Caffini à laquelle celui-ci répondit le 16 février 1684 [15]) eft perdue. D'après la réponfe Huygens y avait parlé de fa nouvelle méthode „de faciliter l'ufage des grands verres", mais fans précifer la nature de fon invention. Caffini défire apprendre à la connaitre puifque Campani venait de lui envoyer „4 obiectifs tres excellents". Au moment de recevoir cette lettre, c. à. d. le 3 mars, Huygens était en train d'écrire l'Aftrofcopia, comme il le dit à la p. 227 qui fuit. Caffini a-t-il pu deviner, d'après les termes de la lettre perdue, que Huygens obfervait fans tuyau? Cela ne paraît nullement improbable. Le 9 mars le père Conftantyn, écrivant à H. de Beringhen à Paris [16]), dit que fon fils „fauue la difficulte qu'il y auroit a fabriquer, à conftruire et employer des Tuyaux de Lunette affez longs pour mettre ayfement en pratique l'ufage de ces grands verres objectifs qui vous font venus de Rome en france". Si cette lettre, comme celle de Caffini, a mis feize jours pour arriver à deftination, Caffini a pu favoir pofitivement le 25 ou le 26 mars 1684 qu'il s'agiffait

---

8) On lit encore dans la figure: poulie, verre, charniere à boule, queue, contrepoids, fil de foije, oculaire.

Voyez sur „la coulisse" la note 29 de la p. 196 qui suit.

9) T. VIII, p. 475.

10) De 34 pieds dans une observation du 30 decembre (T. XV, p. 145).

11) T. XV, p. 156.

12) T. IX, p. 111.

13) T, IX, p. 125.

14) T. XV, p. 159.

15) T. VIII, p. 482.

16) T. VIII, p. 483.

d'obſervations ſans tuyau. Mais comme il écrit à Huygens au commencement de juin 1684 [17]) avoir trouvé déjà le 21 mars avec une des lentilles italiennes — celle de 100 pieds de foyer —, en obſervant ſans tuyau, deux nouveaux ſatellites de Saturne — il s'agit de Thetys et de Dione, quatrième et cinquième ſatellites, tandis que Huygens retrouvait avec quelque peine (voyez la p. 205 qui ſuit), Japet et Rhéa, découverts à Paris reſpectivement en 1671 et 1672 [18]) — A. Wolf a peut-être raiſon de dire: „A teleſcope in which the objectglass and the eyepiece were in ſeparate pieces was *independently* [nous ſoulignons] introduced by Caſſini" [19]), contrairement à la remarque de Conſtantyn frère [20]).

Dans l'Aſtroſcopia, donc déjà avant d'avoir appris la découverte des deux nouveaux ſatellites, Huygens reconnait la ſupériorité des inſtruments italiens de conſtruction récente [21]).

Quant à la première manière de Caſſini d'obſerver ſans tuyau, celle de mars et avril 1684, elle avait le grand avantage que l'obſervateur n'était pas dérangé par le vent: l'objectif était attaché dans une fente à la tour orientale de l'obſervatoire [22]).

17) T. VIII, p. 492.

18) Comparez la p. 35 du T. XVIII.

19) A. Wolf, A history of science, technology, and philosophy in the 16th and 17th centuries, London, G. Allen & Unwin, 1934, p. 165.

20) T. VIII, p. 526, lettre du 13 août 1684: „Apres tout la pensée d'observer sans tuyau ne luy est asseurement venue qu'apres avoir veu vostre Traitté [ceci est impossible], ou avoir eu quelque vent de l'invention". Dans sa lettre du 10 août à son frère Huygens lui-meme avait d'ailleurs écrit dans le méme sens.

21) P. 211 qui suit.

22) Outre la lettre de Cassini à Huygens du 5 juin 1684 (notre T. VIII, p. 492) on peut consulter dans le livre de C. Wolf (p. 164 et suiv.) une note manuscrite de Cassini sur ce sujet, publiée pour la première fois en cet endroit. Suivant Bigourdan (ouvrage cité à la p. 13 qui précède) Cassini était placé „à 27 mètres en contre-bas de l'objectif".

Il est évident, vu les dimensions de l'observatoire, que cette methode ne pouvait pas servir pour des objectifs dont la distance focale etait supérieure à 100 pieds.

Bientôt après Cassini observa encore sans tuyau d'autres façons, comme il le dit dans le Journal des Sçavans du 22 avril 1686 dans son article „Nouvelle découverte des deux Satellites de Saturne les plus proches, faite à l'Observatoire Royal". „Nous avons employez [les objectifs de Campani] sans tuyau", y dit-il, „d'une maniere plus simple que celles que l'on a proposees avant & apres, dont nous parlerons en une autre occasion, & nous avons veu depuis tous ces Satellites par celle de 34 pieds [il a été question plus haut de deux objectifs plus anciens de Campani de 17 et de 34 pieds; le genre féminin du mot „celle" nous parait être une erreur de plume] & continué de les observer aussi par les verres de Monsieur Borelli de 40 et de 70 pieds

Dans l'Aſtroſcopia Huygens parle lui-même [23]) de la difficulté provenant du vent; voyez encore ſur ce ſujet les p. 51, 88 etc., datant de 1686, de notre T. IX. En 1693 il va juſqu'à dire qu'il a eu tort d'avoir obſervé ſans tuyau pour des longueurs inférieures à 80 pieds; ce n'eſt qu'à partir de cette longueur „ou les tuyaux ne peuvent aller" qu'il faut ſe ſervir de ſa méthode [24]).

A Paris on s'aviſa en 1685 de ſe procurer pour les obſervations la tour de bois de Marly, haute de 120 pieds. Du Hamel écrit le 23 mai de cette année à Huygens [25]) — après avoir mentionné les obſervations ſans tuyau — qu'on va faire venir la dite tour „en cas qu'on ueuille ſe ſeruir de tuyau". Suivant lui la tour devait donc ſervir uniquement à y appuyer de longues lunettes, un peu comme Huygens dit dans l'Aſtroſcopia [26]) qu'on peut appuyer ſon mât contre une tour [27]). Il eſt cependant certain que la tour de Marly était auſſi employée pour obſerver ſans tuyau: voyez p.e., outre la note 22 qui précède, la p. 167 du livre de C. Wolf où il eſt queſtion des eſcaliers de la tour ſervant à „y porter les objectifs", ainſi que la lettre du 5 décembre 1686 de de la Hire à Huygens [28]) où il parle à propos de la tour des „couliſſes par les coſtez pour eleuer le uerre obiectif a toutes ſortes de hauteurs". Ces couliſſes ſont apparem-

---

[voyez sur Borelli la note 18 de la p. 241 qui suit], & par ceux que Mr. Artouquel [Hartsoeker] a nouvellement travaillez de 80 de 155 & de 220 pieds . . . Nous avons placé ces grands verres tantost sur l'Observatoire, tantost sur un grand mats [voyez, à la p. 101 du T. IX, ce que de St. Didier rapporta à Huygens sur cette méthode d'observer, analogue à la sienne], tantost sur la tour de bois [comparez l'alinéa suivant du texte] que S.M. a fait transporter pour cet effet de Marly sur la terrasse de l'Observatoire. Enfin nous en avons mis dans un tuyau monté sur un support fait en forme d'échelle à 3 faces, ce qui a eu le succez que nous en avions esperé".

[23]) P. 225 qui suit.

[24]) T. X, p. 488, lettre du 1 septembre 1693 au frère Constantyn. Voyez aussi l'opinion exprimée par W. Molyneux (T. VIII, p. 529): „When I say a thing is impracticable (as I said of his astronomia compend.) I do not mean 't is absolutely impossible to effect, etc." Le frère Constantyn écrit en novembre 1690 (T. IX, p. 545) qu'on veut „faire dresser un mast aussi haut que je voudray dans une basse-court de Gresham-College", ce qui pourtant n'eut pas lieu en ce temps, puisqu'il mentionne encore ce projet en 1692 (T. X, p. 220, 231, 232). Voyez l'opinion favorable exprimée par Newton dans ses „Opticks" de 1704 (T. VIII, p. 489).

[25]) T. IX, p. 10.

[26]) P. 227 qui suit.

[27]) Comparez ce que proposait Hevelius dans le Chap. XXI de sa „Machina coelestis, pars prior" de 1673.

[28]) T. IX, p. 113

ment du même genre que celles dont Huygens se servait [29]). Il n'avait donc pas tout-à-fait tort en écrivant en août 1684 à son frère Constantyn [30]) ne pas douter „que dans la suite du temps [les Parisiens] ne soient bien aises de suivre [sa] methode". Rien n'indique cependant qu'à Paris on aurait, du vivant de Huygens, réglé la position de l'objectif par un long fil. Voyez aussi à ce sujet la p. 101 du T. IX déjà citée dans la note 22. Mais consultez aussi la p. 236 qui suit sur un article de de la Hire de 1715.

—

Dans son avis au lecteur, Huygens dit avoir ajouté à sa brochure l'addition que contient cet avis [31]) lorsque l'Astroscopia avait déjà été imprimée sans cependant avoir été publiée. Avant d'écrire cet avis, donc avant la publication officielle, il avait toutefois déjà envoyé des exemplaires de son petit ouvrage à diverses personnes [32]); cela ressort du fait que Cassini le remercie de son premier envoi le 5 juin 1684 [33]), tandis que l'addition ne lui est envoyée par Huygens que le 6 juillet [34]). La rédaction des „Nouvelles de la République des Lettres" connaissait cette dernière en publiant leur n° de mai 1684: cette publication a dû en réalité avoir eu lieu un peu plus tard.

Un des premiers exemplaires incomplets fut adressé au marquis de Louvois [35]). Comme il ressort de la lettre de Huygens qui accompagnait la brochure, il se proposait encore en mai 1684 de retourner à Paris: il dit attendre toujours l'honneur des ordres du marquis.

---

[29]) Peu importe que le mot „coulisse" est employé dans deux sens différents. Chez Huygens (p. 192 qui précède et note 4 de la p. 213) ce mot désigne la longue pièce de bois qui glisse dans la rigole règnant tout le long du mât. Ailleurs c'est la rigole elle-même qui est désignée par le mot „coulisse". Il en est ainsi tant dans les „Nouvelles de la République des Lettres" d'Amsterdam de mai 1684 (p. 313—315) où l'Astroscopia ou „Moyen abregé d'observer les Astres sans Telescope" est annoncée que dans l'annonce ou extrait (avec figure), qui parut à Paris dans le n° du 4 décembre 1684 du Journal des Sçavans: il est question dans ce dernier d'„un mast de Navire ou Arbre, au haut duquel soit une poulie avec une coulisse qui regne tout le long par laquelle passe une piece de bois d'où sort un bras en situation horizontale etc."

Dans la lettre citée de de la Hire le mot „coulisse" peut avoir l'un ou l'autre sens, celle de rigole semblant la plus probable; mais, comme nous l'avons dit, cela n'a aucune importance.

[30]) T. VIII, p. 525.

[31]) Le brouillon d'une partie de cette Pièce se trouve à la p. 191 du Manuscrit F.

[32]) B. Fullenius remercie Huygens de l'envoi de sa brochure le 23 mai 1684 (T. VIII, p. 489).

[33]) T. VIII, p. 492.

[34]) T. VIII, p. 506.

[35]) T. VIII, p. 488. Lettre de Huygens du 18 mai 1684.

Le tout premier exemplaire envoyé en France, femble-t-il, fut celui que Huygens adreffa à Cl. Perrault et qui était apparemment deftiné à l'Académie des Sciences: il eft mentionné dans les Regiftres fous la date du 17 mai 1684 [36]). Ce n'eft que le 25 août que Perrault remercie Huygens de „la feuille contenante l'addition" [37]).

Une feuille du portefeuille „Mufica" [38]) donne la lifte des perfonnes qui reçurent l'Aftrofcopia [39]).

D'après la lettre du 19 juin 1684 à fon frère Conftantyn [40]) les premiers exemplaires de l'Aftrofcopia, dépourvus de l'addition, avaient une autre préface, puifqu'il écrit: „Je fais imprimer de nouveau la preface ad Lectorem . . . et l'on mettra cette derniere a la place de l'autre".

La lunette aérienne de Huygens comme celle, antérieure, d'Auzout et comme celles qu'on employa à Paris en et après 1684, ne pouvait fervir utilement qu'à contempler la lune et les planètes (ou, le cas échéant, les comètes). Ne difpofant pas de lentilles comparables à celles de Campani — voyez auffi fur ce fujet l'Avertiffement fuivant — Huygens n'a jamais réuffi à voir le quatrième et le cinquième fatellite de Saturne. Il eft donc évident qu'après 1681 il n'a pas pu découvrir à la Haye — comme cela avait jadis été le cas pour l'anneau et le premier fatellite de Saturne — de nouvelles particularités invifibles ailleurs. Ceci fuffit pour expliquer qu'il n'a pas noté beaucoup d'obfervations faites avec fon nouvel inftrument. Il écrit d'ailleurs en diverfes occa-

---

36) Voyez la note 1 de la p. 507 du VIII.

37) T. VIII, p. 531.

38) Portefeuille „Musica", f. 1. Il a été question de cette feuille aux p. 1, 88 et 154 du T. XX. On y trouve aussi une ébauche grossière du rhombe ou losange dont il est question dans l'addition à l'Astroscopia (fig. *66* qui suit).

39) Louvois. Caffini. Perraut. Abbe la Roque. de Volder. du Hamel. Dierkens. Pater. Frater Z. et droffart. Ellemeten. St. Annelant. Dewilm. Pr. Borghefe. Hudde. S. Didier. C. d'Avaux. van Durven. Leeuwenhoeck. Schuijlenburg. Cortehoef. Boile. Wren. Hooke. Covel. Voffius. Viviani. Campani. Wallis. Cafe. Fullenius. Vegelin. Hautefeuille. Beringen. Baile. Thevenot. Muffenbroeck. Hevelius. Guldenstolp. Juftel. P. Richot.

Et encore une fois à part: Guldenstolp. Gaegh. van Durven. Leeuwenhoeck. Voyez la p. 88 du T. XX sur la visite de Leeuwenhoeck et des frères van Durven à Huygens en juin 1684.

40) T. VIII, p. 502.

ſions que le jardin de la maiſon paternelle du Plein, où le mât était dreſſé, n'eſt pas aſſez grand pour permettre toutes les obſervations [41]). Notons encore que Karl, lantgrave de Heſſe depuis 1675, le futur mécène de Papin, ayant vu „l'appareil des grandes Lunettes" à la Haye, voulut en avoir un pareil [42]); quoique Huygens diſe: „je crois qu'il faudra travailler" pour le lui procurer, nous ne voyons pas que le prince ait reçu ce qu'il déſirait [43]).

En 1684 et dans les années ſuivantes ni Huygens ni les aſtronomes français, anglais ou allemands ne pouvaient prévoir qu'on réuſſirait dans la ſuite à fabriquer des lentilles achromatiques, qui rendraient ſuperflues les lunettes exceſſivement longues, tant celles à tuyau que les aériennes.

Nous avons déjà dit quelques mots dans le T. XV [44]) ſur la meſure du diamètre apparent de Jupiter dont Huygens compara d'abord, le 18 juin 1684 [45]), l'image vue

---

[41]) Voyez e.a. les p. 94, 111 et 125 du T. IX. C'est ainsi que Huygens écrit à Cassini (p. 94 citée): „Je vous envie un peu la belle commodité que vous avez de pouvoir observer de tous costez avec les plus grands verres, au lieu que les nostres demeurent presqu'inutiles faute d'un lieu couvert, et d'une hauteur suffisante. Etc.".

[42]) T. IX, p. 31.

[43]) En général Huygens ne travaillait pas pour autrui. Le 1 Nov. [1687] il écrit (Manuscrit F, p. 331): Un homme de la part de Waeſberghe libraire a Amsterdam m'eſt venu demander ſi je ſcavois quelqu'un qui puſt fournir a un ſeigneur allemand un verre objectif de lunette de 150 palmi d'Italie, c'eſt a dire de 100 pieds, avec un oculaire de 37 pouces environ. Il avoit la grandeur de l'un et l'autre marquée par des cercles ſur un papier, autour deſquels en dedans eſtoit eſcrit en allemand et en dehors en françois que c'eſtoient la les grandeurs des verres pour l'un et l'autre bout de la lunette. Je luy dis que j'en faiſois de tels pour mon uſage mais non pas pour d'autres. Et luy nommay Hartſoecker a Paris ou Campani a Rome. De l'autre coſtè du papier eſtoit marquè un tube faiƈt de pluſieurs pieces. Seroit ce de la part de Hevelius peuteſtre?

[44]) T. XV, p. 37 et 52.

[45]) Lettre du 19 juin au frère Constantijn; comparez la note 40 de la p. 197.

à travers le télescope aérien avec la lune vue à l'oeil nu qui se trouvait dans le voisinage de la planète [46]) et qu'il observa un peu plus tard [47]) en introduisant dans le télescope sa „vergette platte de cuivre . . . qui va en diminuant", ce qui permet de remarquer „l'endroit de cette verge qui couvre justement la planete".

Il ne poursuivit pas cette recherche, puisqu'il avait en somme pleine confiance dans les résultats déjà antérieurement obtenus par cette dernière méthode lesquels cependant sont moins exacts qu'il ne croyait [48]).

---

[46]) Comme il l'avait fait en 1656 pour la planete Saturne (T. I, p. 424) et en 1659 pour la planete Mars (T. XV, p. 64).

[47]) Lettre à son frère du 26 juin 1684, T. VIII, p. 505.

[48]) T. XV, p. 37. On peut consulter aussi la p. 192 du même Tome, où toutefois le chiffre 1,28 de la septième ligne qui se rapporte à la planète Jupiter, est apparemment une faute d'impression pour 1,78.

CHRISTIANI HUGENII

CONST. F

ASTROSCOPIA COMPENDIARIA,

TUBI OPTICI

MOLIMINE LIBERATA.



HAGÆ-COMITUM,

Apud ARNOLDUM LEERS, Bibliopolam.

cIↄ. Iↄ. c. LXXXIV.

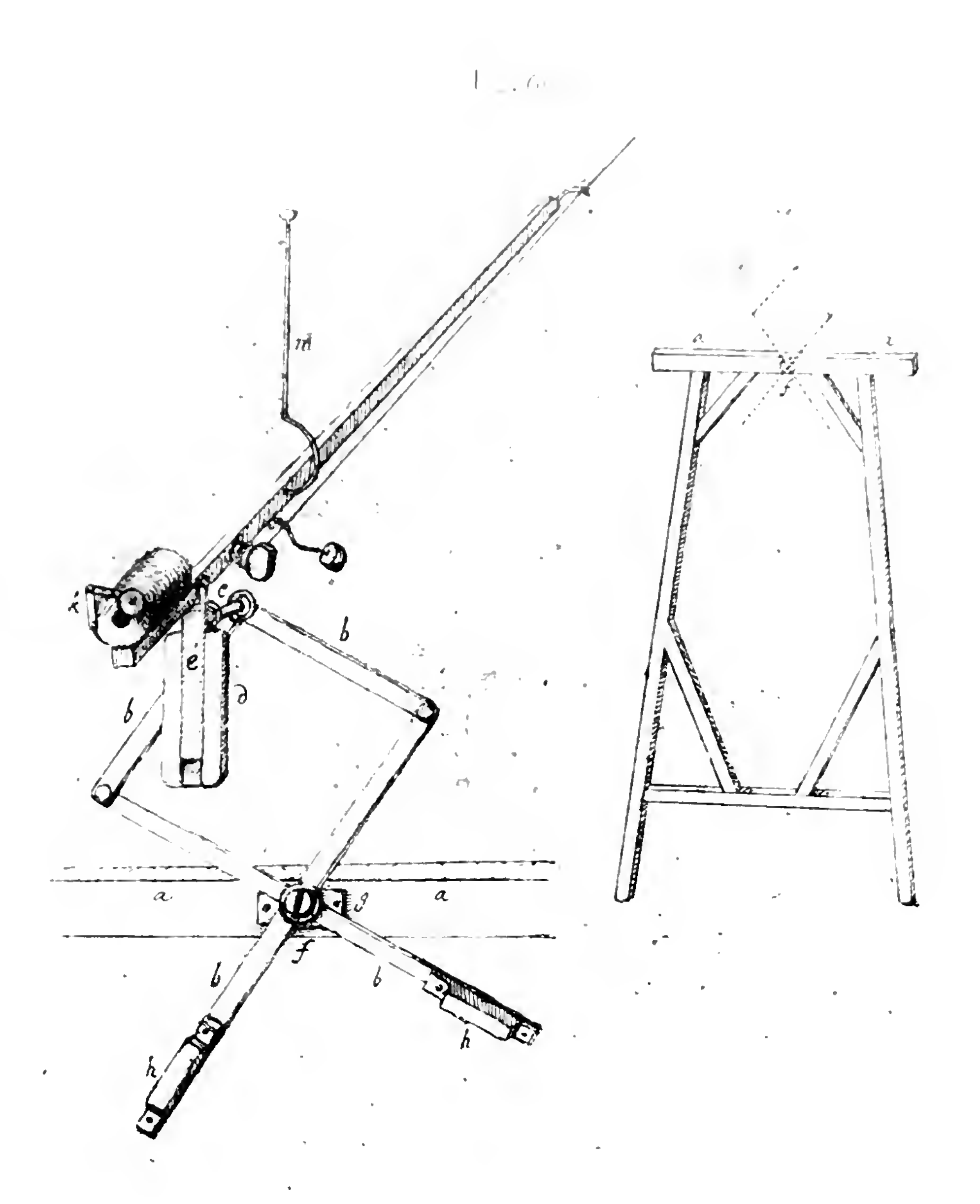
26

AU LECTEUR.

Notre nouvelle Aſtroſcopie, imprimée mais pas encore publiée, nous paraiſſait en tout point parfaitement achevée, lorſque, comme cela arrive ſouvent, une réflexion ultérieure nous fournit les moyens de rendre notre méthode encore meilleure et plus commode. Il nous a paru bon d'ajouter ici l'addition qui s'y rapporte, mais puiſque tout ceci a été trouvé plus tard, nous conſeillons de ne la lire qu'après avoir pris connaiſſance de la deſcription et des figures du traité lui-même.

Dès que des viſiteurs, moins accoutumés aux obſervations aſtronomiques, nous ſont arrivés pour voir notre invention et contempler les Planètes, l'expérience nous a appris qu'ils avaient quelque peine à amener dans leur champ viſuel l'aſtre qu'ils déſiraient voir, comme il en avait été auſſi auparavant lorſqu'ils étaient venus pour regarder à travers de grands téleſcopes à tuyaux. Mais dans ce dernier cas nous avions pris l'habitude de chercher l'aſtre nous-mêmes, de ſorte que le ſpectateur n'avait qu'à appliquer ſon oeil, à notre invitation, au téleſcope reſté dans la bonne poſition. Or, nous ne pouvions maintenant nous ſervir de la même méthode, puiſque la lentille oculaire ne pouvait être fixée en un endroit déterminé. Il fallait donc ici auſſi trouver un moyen de la tenir en place. C'eſt ce que nous avons fait à l'aide d'un petit appareil attaché au ſoutien à deux pieds repréſenté dans la grande figure [Fig. 67], comme on peut le voir dans la figure ci-jointe [Fig. 66].

Dans cette dernière *aa* eſt l'ais tranſverſal à l'extrémité ſupérieure du ſoutien et faiſant partie de lui. *bb* eſt un rhombe pliable en cuivre, dont deux côtés ſont prolongés juſqu'à une longueur double. La longueur des côtés eſt de $5\frac{1}{2}$ pouces, leur largeur un peu ſupérieure à un demi-pouce, leur épaiſſeur d'un peu plus d'un dixième de pouce. Une vis de fer *f* relie ce rhombe au milieu de l'ais tranſverſal; au-deſſous d'elle ſe trouve une pièce de cuivre ou de fer *g* et en outre une plaque quelque peu convexe de cuivre mince grâce à la preſſion de laquelle le déploiement du rhombe a lieu avec lenteur et continuité. Au ſommet de ce dernier et perpendiculairement à lui un axe ou plutôt une petite colonne *c*, longue d'un pouce et demi, fait ſaillie. A l'autre extrémité de cette colonne eſt attachée une plaque mobile, longue de 4 pouces, large d'un demi-pouce, inviſible dans la figure puiſqu'elle eſt recouverte par la pièce de bois *d* de même longueur dans laquelle elle eſt encadrée. Une deuxième plaque de cuivre *e* eſt également encadrée dans cette pièce laquelle a par devant une rainure dans ſa ſurface plane. Cette dernière plaque ſoutient par un petit axe mobile la verge portant la lentille oculaire enfermée dans ſon petit tuyau. Or, pour obtenir que le


m
c
b
e
b
a
a
g
f
b
b
h
h

AD LECTOREM.

Videbatur jam perfecta absolutaque omnibus numeris nova Astroscopia nostra; typisque excusa, nondum tamen edita erat; cum secundis cogitationibus, ut fit, alia quædam nobis in mentem venere, quibus ea melior commodiorque fieret. Quæ cum auctarii vice hic adponere visum sit, simul hoc monemus, ut, sicut posterius reperta fuere, ita ultimo loco, postquam reliqua descriptio ac delineatio percepta fuerit, legantur.

Cum primum spectatores invento nostro, ac Planetis nacti sumus, telescopicis observationibus minus assuetos, docuit experientia, eos quidem per se difficilius stellæ conspectum consequi; sicut antehac quoque, ubi in grandiores tubos inciderant, eveniebat. Quod autem hic fieri solitum, ut, reperto prius sydere, ac manente tubo, tantummodo oculum ei spectator jussus admoveret, id non perinde nobis nunc imitari licebat; cum lens oculo proxima, ubi defigeretur, non haberet. Itaque hic quoque ratio fuit excogitanda, qua positum suum servaret ocularis lens. Quod quidem præstitimus machinæ exiguæ opera, quæ fulcro bipedi, in descriptione designato affigitur; ut in figura adjecta videre est.

Transversarii namque in summo fulco pars est *aa*. Rhombus plicatilis ex ære *bb*, binis lateribus ad duplam longitudinem productis. Longitudo laterum pollices $5\frac{1}{2}$ latitudo paulo major pollice dimidio; crassitudo parte ejus decima. Hunc rhombum transversarii medio applicitum tenet cochlea ferrea *f*, suppositâ æris vel ferri particulâ *g*, ac preterea orbiculo ex ære tenui, leniter convexo, cujus pressu lentus æquabilisque efficitur motus rhombi ac diductio. Porro ex angulo ejus superiore, axis seu columella prominet *c*, perpendiculariter insistens, longitudine sesqui pollicis. Cujus capite altero lamella mobilis adhæret, 4. pollices longa, dimidium lata; quæ hic conspici nequit, quippe tecta capulo ligneo *d*, paris longitudinis, cui conserta est. Huic demum capulo, plano ac parte anteriori leviter inciso, inseritur lamella altera ænea *e*, quæ super axiculo mobili bacillum sustinet, cum affixa oculari lente, tubulo suo inclusa. Ut autem

rhombe avec sa charge soit en équilibre indifférent par rapport à l'axe *f*, certains poids égaux entr'eux *hh* sont attachés aux extrémités des côtés prolongés.

Ceci ayant été ainsi arrangé, la lentille oculaire reste en place en quelqu'endroit qu'elle ait été amenée par la main de l'observateur, la pièce *d* demeurant toujours verticale. De cette façon, lorsque l'astre a été trouvé, le visiteur moins expérimenté prend aisément la place du premier observateur et jouit du même spectacle. En effet, le fil qui joint les deux lentilles fait que le soutien, légèrement incliné du côté de l'observateur, garde sa position quoique reposant sur deux pieds seulement, et en même temps le fil est tendu par le poids du soutien et des objets que nous avons dit y être attachés, de sorte qu'on ne peut désirer dans cette affaire rien de plus apte ni de plus commode.

La hauteur du soutien est de 4 pieds 9 pouces, son poids de $2\frac{3}{4}$ livres. Celui de la lentille oculaire, avec le petit tuyau et la verge, d'une demi-livre. Celui du rhombe avec les poids *hh*, de $2\frac{1}{4}$ livres. Je donne ces chiffres pour mettre tout-le-monde en état d'imiter avec d'autant plus de facilité notre construction qui a fait ses preuves.

Nous ajouterons maintenant encore une autre remarque grâce à laquelle notre méthode d'observer est rendue plus parfaite. Il est permis de n'en tenir aucun compte; cela n'entraînera pas de conséquences fâcheuses. Cependant elle n'est nullement négligeable pour un contemplateur diligent du monde stellaire. Voici à quoi elle revient. Lorsque je cherchai attentivement les fameux satellites cassiniens de Saturne et que j'eus de la peine à les voir, surtout pendant les nuits pas tout-à-fait noires, je compris que l'obstacle gisait dans une certaine faible luminosité se propageant de l'air à l'oeil; il ne s'agit pas de la lumière qui vient par la grande lentille, mais de celle qui passe à côté. Pour exclure cette faible lumière inopportune, je savais bien qu'il était utile d'entourer la lentille, comme je le faisais déjà en observant la lune, de mon anneau de papier. Mais pendant que je m'occupai de ceci, un autre remède plus efficace, à ajouter au premier, me vint à l'esprit, savoir la coarctation, par l'interposition d'une lame perforée, de la pupille de l'œil qui sinon est largement ouverte dans les ténèbres. Aussitôt que j'en fis l'expérience, je vis distinctement les trois lunules de Saturne, tandis qu'en écartant la petite ouverture, je n'aperçus que celle du milieu, c. à. d. la mienne. Toutefois comme un astre déterminé est moins aisément trouvé avec une pupille ainsi réduite que lorsqu'elle est largement ouverte, j'ai attaché cette lamelle ronde perforée, large d'un demi-pouce, par un petit bras mobile de la figure d'un Λ grec — il est indiqué dans la figure par la lettre *k* — au fond du petit tuyau par lequel on regarde la lentille oculaire et qui a une ouverture plus large, de telle manière qu'il est possible de placer l'ouverture plus étroite devant l'autre après que l'astre a été trouvé au moyen de cette dernière.

L'un ou l'autre de mes lecteurs pourrait croire que par cette contraction de la vue le champ doit paraître bien plus obscur. Il est pourtant certain que si le diamètre de la petite ouverture a au diamètre de la grande lentille un rapport égal à celui des deux distances focales, le champ d'un pareil télescope n'est aucunement plus obscur que

rhombus cum impoſito onere æqualiter libretur ſuper axe *f*, adjiciuntur in productis lateribus extremis pondera paria *hh*, quantis ad hoc opus eſt.

Quibus ita ſe habentibus, quocumque perducta fuerit obſervantis manu lens ocularis, capulo *d* ſemper deorſum converſo, ibi ſponte ſua conſiſtit; atque ita, invento ſydere, facile imperitior ſpectator in prioris locum ſuccedit, eodemque fruitur ſpectaculo. Facit enim funiculus utramque lentem conjungens, ut poſitum ſuum fulcrum ſervet, ſpectatorem verſus reclinans, etſi duobus tantum pedibus inſiſtat; ſimulque fulcri pondere, eorumque quæ ipſi impoſita docuimus, idem funiculus intenditur; adeo ut nihil aptius commodiusve hac re optari queat.

Altitudo fulcri eſt pedum 4. poll. 9. Gravitas ejus librarum $2\frac{3}{4}$ Lentis ocularis, cum tubulo & bacillo, gravitas libra dimidia. Rhombi cum ponderibus *hh*, libræ $2\frac{1}{4}$. Quæ propterea adſcribo, ut conſtructionem noſtram, experientia comprobatam, eo facilius cuivis imitari liceat.

Nunc vero aliud præterea addemus, quo perfectior evadat hæc noſtra obſervandi ratio. quod licet, omiſſum, nihil plerumque noceret, curioſo tamen ſyderum inſpectori nequaquam eſt negligendum. Nempe cum Saturni comites illos Caſſinianos diligentius requirerem, eoſque difficulter adſequerer, præſertim noctibus non admodum obſcuris, intellexi in cauſa eſſe lucem tenuem quandam, ab aëre ad oculum manantem; non eam quæ per lentem majorem advenit, ſed quæ extrinſecus circum latera præterlabitur. Huic importunæ luculæ excludendæ, non nihil quidem conducere ſciebam, ſi circulum illum papyraceum, quo in luna obſervanda utebar, etiam hic lenti majori circumponerem. Sed aliud efficacius remedium, circa hæc occupato incidit, priori illi jungendum; ut nempe, perforatæ laminæ oppoſitu, oculi pupilla arctaretur, quæ alioqui per tenebras late patere ſolet. Cujus ſimul ac experimentum feci, jam clare tres Saturni Lunulas conſpexi; cum amoto exiguo foramine media illa noſtra tantum cerneretur. Quia vero, ita reductâ pupillâ, minus facile propoſitum ſydus inveſtigatur, quam cum tota patet, idcirco orbiculum illum perforatum, ac ſemipollicem latum, brachiolo quodam mobili, ac Græco Λ hærentem ſimili, cui in figura hac adſcriptum eſt *k*, ita conjunximus tubuli fundo per quem lens ocularis inſpicitur, quique latiori foramine pervius eſt, ut non ante quam hoc foramine ſydus inventum fuerit, ſuperinducatur alterum illud anguſtius.

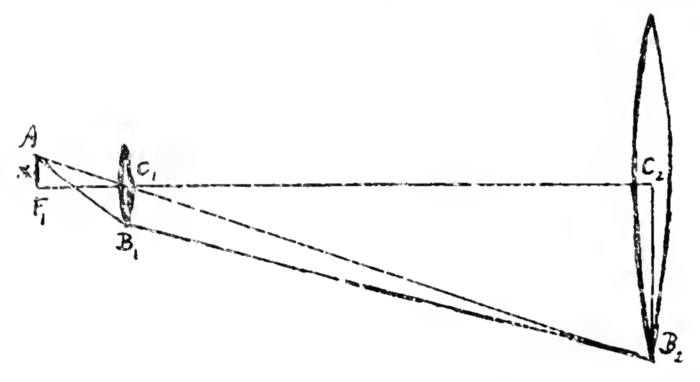
Crediſſet fortaſſe aliquis hac oculi contractione non parum viſum obſcurari. cum tamen certum ſit, ſi diameter exigui foraminis, ad diametrum aperturæ lentis majoris eam rationem habeat, quam habent inter ſe focorum utriuſque diſtantiæ, nihilo obſcurius teleſcopio ejuſmodi omnia cerni, quam ſi apertus ac liber oculus relinquatur.

lorsque l'oeil eſt libre et grandement ouvert [2]). Néanmoins il eſt préférable de doubler cette fort petite ouverture, ou même de l'agrandir encore un peu davantage, pour que l'examen de l'objet qu'on ſe propoſe ſoit moins difficile et que l'étoile trouvée ne quitte pas trop tôt le champ par la rotation diurne du monde. Dans notre téleſcope de 34 pieds de longueur le diamètre de la petite ouverture eſt d'environ $\frac{1}{18}$ pouce. Elle eſt éloignée de $2\frac{1}{2}$ pouces de la lentille oculaire, ce qui eſt préciſément la diſtance focale de cette dernière. C'eſt à cette parfaite égalité qu'il faut avoir égard, puiſqu' autrement un vaſte eſpace ne peut être embraſſé du regard comme on le déſire généralement. Par une flexion du bras deltoïde, ce que notre figure n'indique pas, on peut régler la diſtance de la lamelle perforée, qui chez nous ſe trouve éloignée d'un demi-pouce du fond du petit tuyau.

---

[2]) Comme Huygens le dit un peu plus loin, la petite ouverture doit se trouver à la distance f_1 de l'oculaire, f_1 étant la distance focale de cette dernière.

On peut raisonner comme suit. Supposant pour un moment une marche inverse des rayons, il faut que le faisceau émanant du point A qui passe par l'oculaire (F_1A ou x étant le rayon de



la petite ouverture) tombe tout justement en entier sur l'objectif. Il faut donc que le rayon AB_1, rompu par l'oculaire, atteigne l'objectif en B_2, vu que tous les autres rayons du faisceau lui sont (à fort peu près) parallèles, bien entendu s'il se trouve, comme nous le ferons voir, que F_1C_1 ne diffère pas appréciablement de f_1.

$C_1C_2 = f_1 + f_2$, f_2 étant la distance focale de l'objectif. Soit en outre $C_2B_2 = r$. En considérant cette fois la marche directe des rayons, il faut, d'après ce que nous venons de dire, que AF_1 soit l'image, produite par l'oculaire, de la droite B_2C_2. Par conséquent

$$F_1C_1 = \frac{f_1}{f_2}(f_1 + f_2) \ldots (1)$$

(ce qui ne diffère pas appréciablement de f_1, puisque f_2 surpasse énormément f_1) et de plus, vu que B_2C_1A est une ligne droite:

$$x : r = F_1C_1 : f_1 + f_2 \ldots (2)$$

Il résulte des équations (1) et (2) qu'on a

$$2x : 2r = f_1 : f_2,$$

ce qui est l'équation du texte.

Comparez le dernier alinéa de la p. LI du T. XIII où nous avons cité ce que Huygens dit dès 1653 sur ce sujet ou, si l'on veut, sur l'„anneau oculaire" ou „pupille de sortie".

Sed præstat duplicare tantillam hanc latitudinem, vel paulo etiam augere amplius, quo minus difficilis sit rei videndæ inquisitio, nec nimium cito inventa stella elabatur, ob mundi conversionem diurnam. Nobis in telescopio 34 pedes longo, foraminuli diameter decimam sextam circiter pollicis partem habet. Ipsum vero duos pollices cum dimidio ab oculari lente abest, quanta est præcise in hac lente foci distantia. Quod diligenter curandum, quia alias non poterit amplum spatium, ut solet, uno obtutu comprehendi. Facile autem deltoidis brachii flexu, qui quidem in schemate nostro conspici nequit, quantum opus est, lamella perforata removetur, quæ nobis semipollice à tubuli fundo extat.

Quant à l'anneau placé à l'entour de la grande lentille, que ſon diamètre ſoit égal à environ une quarante-cinquième partie de la longueur du téleſcope. Puiſqu'il était néceſſaire de rendre l'inveſtigation de l'aſtre un peu moins expéditive par l'obſtacle à la vue que préſente cet anneau circulaire, il nous a ſemblé utile de placer ſur la verge ou queue de la lentille oculaire un ſtylet vertical *m* dont le ſommet eſt élevé au-deſſus de l'axe des lentilles d'une longueur égale au rayon de la circonférence extérieure de l'anneau. Nous obtenons ainſi que ſi l'on place d'abord l'oeil en un endroit tel que l'étoile ſe trouve ſur le prolongement du rayon viſuel qui va au point le plus élevé de la marge extérieure de l'anneau, et qu'enſuite on meuve, ayant pris en main la pièce de bois *d*, la lentille oculaire avec la verge qui y eſt attachée juſqu'à ce que le ſommet du ſtylet *m* ſe trouve ſur la même droite; nous obtenons, diſ-je, que lorſqu'on regarde enſuite par le tuyau oculaire, la même étoile ſe montre dans le téleſcope, ou du moins qu'il ne s'en faille guère. Par la pratique et l'exercice ces opérations deviennent faciles, de même que les autres qui ſe rapportent à notre méthode d'obſerver.

Nous obſervons encore qu'en avril 1686 (T. IX, p. 77) Huygens dit avoir empêché par l'addition d'une „piece de bois de travers" que le vent faſſe „ſortir la chorde hors de la poulie" et qu'en ſeptembre de la même année (T. IX, p. 94) il écrit à Caſſini: Le cercle de papier dont il faut entourer le verre lors qu'on obſerve la lune [et dont on peut auſſi ſe ſervir dans d'autres obſervations] est beaucoup plus ſujećt [que le fil] a eſtre agitè par le vent, mais j'y ay remediè en ſeparant ce cercle d'avec le verre et le ſichant a part ſur la traverſe qui les porte tous deux. Voyez dans l'Appendice I de la p. 232 qui ſuit une figure repréſentant l'objectif avec ſon cercle de papier attaché à la traverſe.

Porro circulus lenti magnæ circumdatus, teleſcopii partem longitudinis quadrageſimam quintam circiter diametro æquet. Cujus circuli objectu quia paulo impeditiorem reddi neceſſe erat aſtri inveſtigationem, viſum fuit imponere bacillo, ſeu caudæ lentis ocularis, ſtylum *m*, perpendiculariter erectum; cujus apex tantundem ſupra axem lentium attollitur quantus eſt circuli illius ſemidiameter. Hinc enim fit, ut ſi oculum prius ibi collocemus, unde cum ſummo margine circuli in eandem rectam lineam ſtella conveniat; tumque, apprehenſo capulo *d*, moveamus lentem ocularem cum adjuncto bacillo, donec in eandem quoque rectam quadret extremum ſtyli *m*; ſit inquam ut, ad tubulum ocularem viſum referenti, ſtella eadem per teleſcopium ſeſe conſpiciendam det, vel certe parum abſit. Uſu vero & exercitatione tum hæc, tum cætera quæ ad hanc obſervandi rationem pertinent, facilia fiunt.

MÉTHODE SIMPLIFIÉE D'OBSERVER LES ASTRES, DÉLIVRÉE DE L'INCONVÉNIENT DU TUYAU OPTIQUE.

Le sort général de toute invention nouvelle, c'est de provenir d'une origine modeste et de s'accroître et se perfectionner ensuite par les soins et l'industrie des hommes. Nous remarquons que ceci s'applique éminemment à l'admirable art d'étendre la vue.

Il est connu [1]) combien cet art était au commencement chétif, pour ne pas dire nul, au moment où certains de ses rudiments, obscurément présentés, virent le jour dans les livres du néapolitain Porta. Les constructions de certains de nos compatriotes surpassèrent ce début à tel point qu'ils méritèrent bien d'être considérés comme les premiers inventeurs de ce genre d'instruments. Mais à leur tour ils furent énormément dépassés par Galilée qui réussit à trouver avec sa lunette bien des choses remarquables au firmament que nul avant lui n'y avait pu voir. Il pouvait sembler qu'aucun instrument surpassant les siens ne serait possible. Pourtant, s'il revenait à la vie en ces jours, qui osera révoquer en doute qu'il reconnaîtrait comme beaucoup meilleures que les siennes les lunettes construites après lui? Tant les nôtres avec lesquelles nous avons les premiers vu les véritables figures et l'anneau de la planète Saturne, que celles, italiennes, meilleures encore, qui leur succédèrent et qui sont dues à des constructeurs si éminents. C'est en se servant de ces dernières que l'illustre Dominique Cassini a signalé d'autres phénomènes célestes nouveaux: les révolutions des globes planétaires autour de leurs axes, ainsi que l'existence de deux satellites de Saturne outre le premier, mieux visible, que nous avions découvert auparavant.

Or, si l'on se demande par quelles améliorations cet art s'est développé avec continuité jusqu'à ce degré de perfection, l'on ne trouvera pas autre chose que l'augmentation de la longueur des tuyaux et la plus grande exactitude avec laquelle on est parvenu à donner aux surfaces de ce qu'on appelle les lentilles la forme convexe de segments de grandes sphères. Il est vrai que certains penseurs ingénieux ont conçu quelques autres méthodes et simplifications, savoir d'une part la taille des lentilles suivant des figures de sections coniques, de l'autre la concentration des rayons de lumière par réflexion sur des miroirs; mais il est établi que ces efforts sont restés vains ou du moins que, pour des raisons dont l'exposition serait déplacée en cet endroit, ils ont beaucoup moins produit que l'on n'en attendait et qu'ainsi il n'y a qu'une seule bonne méthode actuellement connue pour perfectionner les lunettes, savoir l'allongement des tuyaux. D'ailleurs plus je me rends compte de la nature de la question, plus aussi suis-je d'avis que probablement à l'avenir même on ne trouvera pas moyen de poursuivre une autre voie.

Ceux qui se sont appliqués à fabriquer des lentilles convenant à de longs tuyaux

ASTROSCOPIA COMPENDIARIA,

TUBI OPTICI MOLIMINE LIBERATA.

Quod plerisque omnibus accidit novis inventis, ut, à parvis orta initiis, cura & tractatione hominum auctiora fiant ac perfectiora, id vel præcipue, in admirando illo proferendi visus artificio, usu venisse animadvertimus. Notum est enim quàm fuerit à prima origine tenue ac pene nihili, cum rudimenta ejus quædam, in Portæ Neapolitani libris, obscure exposita conspicerentur; quibus tantum præcelluere nostratium hominum conatus, ut non sane immerito primi ejus inventores haberentur. Hos vero rursus longissime prævertit Galilæus, tot tantisque rebus, tubi sui opera, in cælo deprehensis, quarum nihil quidquam ante ipsum fuerat perceptum. Videbatur nihil præstantius iis, quæ sibi paraverat, organis repertum iri. At, si nunc in vitam redeat, quis dubitet quin suis ipse multò præpositurus sit ea quæ deinde exstiterunt; tum nostra, quibus Saturni planetæ veras figuras annulumque primi conspeximus; tum magis etiam, quæ his successerunt Italica, ab egregiis artificibus elaborata. Quibus usus Vir Clarissimus Dominicus Cassinus, alia insuper nova phænomena cœlo deduxit; planetariorum globorum in sese revolutiones, comitesque Saturni duos, præter eum quem nos repereramus, reliquis manifestiorem.

Quod si attendamus quibus accessionibus in tantum hæc ars continue creverit, nihil aliud reperiemus nisi auctam tuborum longitudinem, lentesque, quas vocant, vitreas in sphæræ majoris convexitatem diligentius conformatas. Etsi enim modos quosdam alios, compendiaque investigaverint viri subtilissimi; jam conicarum sectionum præscriptis figuris, quæ vitro inducerentur; jam speculorum reflexionibus radios lucis colligendo; certum est hæc omnia vel frustra fuisse, vel votis & expectatione longe minora, ob causas quas exponere non est hujus loci; unamque adeo rationem, qua proficeretur, hactenus esse relictam, tuborum productionem. Et sanè, quanto magis rei ipsius naturam intueor, tanto propius est ut existimem, nihil alia via ne imposterum quidem esse sperandum.

Optime igitur operam suam ij collocasse videntur, qui parandis tubi majoris lenti-

---

[1]) Comparez, aux p. 586—590 du T. XIII, les Appendices I et II, datant de 1684 ou 1685, à la Troisième Partie de la Dioptrique de Huygens.

me femblent donc avoir pris une peine fort utile, et leur zèle n'a certes pas manqué de fuccès. Mais un grave inconvénient d'un autre genre s'eft préfenté à eux, favoir celui réfultant du grand poids et de la grande maffe des longs tuyaux: pour les mouvoir il fallait néceffairement avoir recours à des machines; or, ces machines fe conftruifent et fe manient difficilement déjà pour les lunettes actuelles de trente ou quarante pieds de longueur [2]); s'il faut aller plus loin, elles donneront encore beaucoup plus d'embarras [3]). La difficulté eft fi férieufe qu'il pourrait prefque fembler y avoir ici au progrès un invincible obftacle. C'eft pourquoi je penfe faire une chofe éminemment agréable à ceux qui s'adonnent à ces études et à l'obfervation du ciel en publiant ma nouvelle découverte, en montrant comment les difficultés font entièrement fupprimées, et comment on peut, en fe fervant pour les obfervations des plus grands télefcopes, épargner dans une grande mefure le temps, la peine et les frais. Je fais bien qu'outre d'autres propofitions tendant à ce but, celle que nous préfentons ici, favoir l'emploi de lentilles fans tuyau, eft venue à l'efprit d'autres perfonnes il y a déjà bien des années; mais je fais aufli qu'ils n'ont pu réalifer ce projet que par un mécanifme trop compliqué qui jufqu'ici s'eft montré impraticable. Quant à notre conftruction à nous, que nous allons expliquer, nous l'avons trouvée pratiquement utile et nous nous en fervons journellement avec grand avantage. Voici en quoi elle confifte.

En un lieu ouvert on plante un mât vertical. Celui dont nous nous fommes fervis d'abord avait une longueur de cinquante pieds: il permettait l'emploi de télefcopes de 70 pieds et davantage, quoique non pas pour des aftres de hauteur quelconque, auquel cas il aurait dû à fort peu près égaler le télefcope en longueur. Avant que d'ériger le mât on aplanit un de fes côtés au rabot et on y attache deux règles parallèles, diftantes entr'elles d'un pouce et demi: celles-ci forment une efpèce de rigole affez large depuis le bout du mât jufqu'à un endroit diftant du fol de trois pieds. On attache en outre au mât près du bout une poulie fur laquelle paffe une corde d'une longueur double de celle du mât et d'une groffeur égale à la moitié de celle du petit doigt. Pour pouvoir au befoin monter dans le mât on y cloue à diftances égales des planchettes triangulaires. Appareillé de cette façon le mât eft érigé, la partie inférieure, plantée dans la terre, ayant été enduite de poix et entourée de fable afin d'empêcher la pourriture. Il fert à élever à la hauteur qu'on defire la grande lentille du télefcope: ce qui fe fait comme fuit.

Une couliffe de deux pieds eft découpée d'un côté de telle manière qu'elle puiffe fe mouvoir fort librement dans la rigole dont nous avons parlé [4]). A fon milieu eft attaché une planche d'un pied perpendiculaire au mât, au bout de laquelle eft fixée à

---

[2]) Voyez p.e. ce que Huygens écrit en 1668 (T. VI, p. 208): „Monfieur de Montmor eft eternellement apres a faire des machines pour bracquer des lunettes, ayant un verre de 30 pieds de Monsieur d'Espagnet, et jamais pourtant il n'en eft encore venu a s'en servir ni l'essaier".

bus incubuerunt. Quorum diligentiæ fucceffus hac in parte non defuit. Sed aliunde non exiguum oblatum fuit incommodum, nimia tuborum longiorum gravitas ac moles; quibus movendis neceffario machinæ in auxilium advocandæ fuerunt. Hæ vero & in iis quæ nunc extant, pedum triginta aut quadraginta. longitudinibus difficile conftruuntur tractanturque; &, fi ulterius progrediendum fit, multo plus exhibituræ fint negotii. Adeo ut hic velut'obex quidam fixus fuiffe videatur ad majora tendentibus. Quare rem inprimis gratam me facturum arbitor hæc ftudia colentibus, fyderumque obfervationi intentis, fi, quod nuper inveni, oftendero qua ratione impedimentum omne ac tædium tollatur; magnoque temporis, operæ & fumptuum compendio, maxima quæque telefcopia ad hæc fpectacula adhibeantur. Scio inter cætera quæ in hunc finem propofita fuere, hoc quoque, quod hic adferimus, aliis in mentem jam à multis annis veniffe, ut fine tubo lentes difponerentur; fed quod volebant efficere eos nequiiffe, nifi machinatione quadam difficili nimium, quæque propterea adhuc exitum non habuerit. Nos autem quæ docebimus, reipfa utilia effe invenimus, idque magno commodo noftro quotidie experimur. Ea vero fic fe habent.

Loco patente & undique aperto, malus in terram defigitur, ad perpendiculum erectus. Nofter, quo primum ufi fumus, pedum quinquaginta altitudinem habebat; telefcopiis nempe pedum 70 & amplius fuffecturus, quanquam non in omni fyderum fupra horizontem afcenfu. Deberet enim non multo infra totam telefcopii longitudinem produci. Hujus, priufquam erigatur, latus unum dolabra complanatur, atque ibi regulæ binæ affiguntur inter fe parallelæ, ac fefquipollice diftantes, itaque canalem efficientes, interius paulo latiorem, qui à fummo malo ad imum fere pertingat, reliquis tantum pedibus tribus vacuis. Præterea in ipfo mali cacumine, orbiculus imponitur, circum axem mobilis, inque eum funis ducitur dupla mali longitudine, craffitudine minimi digiti dimidia. Utque eo, fi forte opus fit, afcendi poffit, triangula lignea æqualibus fpatiis defiguntur, quibus fcandentis pedes infiftant. Ita demum paratus malus erigitur, parte ea, qua terra tegendus, illita pice, circumdataque arena, quo minus putredine corrumpatur. Ufus mali eft, ut lens major ejus opera in altum tollatur quoufque opus eft; quod fit hoc modo.

Afferculus bipedalis uno latere ita inciditur, ut intra canalem, quem diximus, liberrime moveri queat. Hujus medio affigitur brachium itidem ligneum, pedem unum à malo exftans, cujus in extremo aliud fefquipedale, media item fui parte, conjungitur

---

3) Voyez p.e. ce que Huygens écrit en 1686 fur „une Machine pour l'usage des grandes Lunettes" (T. IX, p. 52). Mais consultez aussi la fin de la note 22 de la p. 194 qui précède.

4) On a déjà vu dans l'Avertissement que Huygens donne le nom de „coulisse" non pas à la rigole formée de deux regles de bois", mais à la pièce de bois qui se meut dans elle. Cela parait aussi par le brouillon de l'Astroscopia, écrit en français, qu'on trouve aux p. 185—188 du Manuscrit F (où les dates du 17 décembre 1683 et du 2 mai 1684 se trouvent respectivement aux p. 180 et 193). Contre son habitude il a écrit ce brouillon au crayon. L'écriture est fort effacée, à dessein sans doute, et les p. 185—187 ont été utilisées de nouveau, de sorte que l'ecriture à

ſon tour, également par le milieu et à angles droits, une deuxième planche d'un pied et demi; comme la première, elle eſt horizontale. C'eſt cette traverſe qui porte la lentille comme nous le dirons en détail. Le tout eſt tiré en haut au moyen de la corde ſuſmentionnée laquelle eſt attachée aux deux extrémités de la couliſſe. Paſſant en haut ſur la poulie, puis redeſcendant, la corde, ſans toucher terre, a ſes deux extrémités reliées enſemble. Or, cette corde porte auſſi un poids de plomb auſſi lourd que la traverſe mobile avec la lentille placée ſur elle. Ce poids eſt attaché à la corde en un endroit tel qu'il atteint le bout du mât lorſque la lentille ſe trouve tout-à-fait en bas. Cette dernière eſt donc élevée avec beaucoup de facilité à la hauteur requiſe et y demeure lorſqu'on lâche la corde. Le poids ſe termine en cône des deux côtés pour ne pas être entravé par les planchettes triangulaires que nous avons dit être clouées tout le long du mât.

Or, voici comment cette grande lentille du téleſcope eſt miſe en place et fermement attachée. Elle eſt d'abord enfermée dans un anneau ou cylindre creux long de quatre pieds et fabriqué d'une lame de fer. A ce cylindre, ou plutôt à un deuxième cylindre dans lequel le premier eſt inſéré, une verge d'un pied de longueur et de la groſſeur d'un doigt eſt attachée au dehors ſuivant une génératrice; elle ne dépaſſe le cylindre que d'un côté. Cet enſemble repoſe ſur un petit globe de cuivre de la grandeur d'une noiſette formant corps avec la verge et tournant fort librement dans un ſegment ſphérique creux placé ſous lui dans lequel il eſt à demi enfermé ſans en pouvoir ſortir. Ce ſegment eſt compoſé de deux parties leſquelles, au-deſſus d'un pied cylindrique, ſont tenues enſemble et peuvent être ſerrées par une vis, mais ſans exercer aucune preſſion ſur le petit globe. De cette façon la lentille avec la verge qui y eſt attachée eſt rendue mobile. Et afin qu'elle ſoit en équilibre indifférent un poids d'une livre environ y eſt ſuſpendu au-deſſous de la verge; il y eſt attaché dans une ſituation invariable par un fil de cuivre aſſez gros d'une longueur d'un demi pied. On peut aiſé-

---

encre contribue à rendre le brouillon illisible. Celui-ci est intitulé: Maniere nouvelle pour ſe ſervir avec facilitè des plus longues lunettes d'approche pour les obſervations (nous remarquons que ce titre rappelle celui de l'écrit de de Hautefeuille de 1683 cité dans la note 6 de la p. 192 qui précède). Aux p. 187—188 on lit e.a. . . . corde que l'on y attache et qui paſſe par une poulie ſixée au ſommet. a cette couliſſe eſt attachè . . . a angles droits un bras d'un pied de long . . . de mesme qu'une traverſe d'un pied et demy qu'il porte au bout jointe a angles droits, qui eſt la piece qui doit porter le verre objectif. Il y a auſſi des . . . [mot illisible] clouez tout le long du maſt pour en cas de beſoin y pouvoir faire monter quelqu'un. Dans la figure cy jointe le maſt eſt *ab, la piece de bois ou couliſſe* [nous soulignons] *cd*, le bras qu'elle porte *ce*".

rectis angulis. Utrumque vero horizonti parallelum extenditur. Huic transverso brachio lens imponitur ea qua dicemus ratione, atque omnia sursum adducuntur, adnexis asserculi extremis ad funem ante demonstratum; qui ab imo malo ad summum ascendens, ac super orbiculum transiens, inde descendit rursus ac, priusquam terram attingat, in sui ipsius caput alterum innectitur. Habet autem funis is adjectum plumbum, pondere æquali quantum est brachii mobilis cum lente imposita; eoque loco deligatum, ut ad summum malum pertingat, cum lens in imo consistit. Ita hæc facillime ad eam quæ requiritur altitudinem erigitur &, omisso fune, sponte ibi suspensa manet. Forma plumbi parte utraque in coni apicem desinit, ne obhæreat ad triangula quæ per malum defixa diximus.

Cæterum lens hæc telescopii major collocatur aptaturque hoc modo. Primum in annulum seu cylindrum cavum, è ferri bractea fabricatum, ipsa includitur, longum digitos quaternos. Huic cylindro, sive alteri potius in quem hic inseritur, bacillus pedalis, digiti crassitudine, extrinsecus secundum latus affigitur, totus in partem unam prominens. Hæc omnia globulo æneo insistunt, avellanæ nucis magnitudine, qui bacillo cohæret,

ment par une courbure convenable de ce fil aménager les chofes de telle façon que le centre commun de gravité de la lentille et du poids coïncide avec celui du petit globe et qu'ainfi la lentille demeure en repos dans une fituation quelconque et peut être mife en mouvement par le plus léger attouchement. C'eft dans ceci que confifte la partie principale de l'invention. En effet, le pied du petit globe ayant été placé dans une ouverture qui fe trouve dans le bras tranfverfal fufmentionné (or, on y fait deux ou plufieurs ouvertures pour que la lentille puiffe aifément être dirigée vers toutes les plages du ciel), un fil, ou une corde fort fine, eft attaché à la verge ou queue, lequel eft deftiné à joindre la grande lentille avec celle qui eft proche de l'oeil et a donc la longueur du télefcope ou plutôt lui eft quelque peu fupérieur: lorfque la lentille a été hiffée, le fil, de quelque manière que la main le tire, lentement et fans aucun effort, lui communiquera le mouvement à fon tour et la dirigera de cette façon vers un aftre arbitrairement choifi. Ce qui certes ne ferait pas poffible fans cet équilibre indifférent. Il faut encore obferver que pour que la queue ou verge que nous avons attachée à la lentille devienne parallèle au fil tendu, ce qui eft abfolument néceffaire, nous fixons à fon extrémité inférieure un ftylet de cuivre de la longueur d'un doigt que nous courbons vers le bas jufqu'à ce que fa pointe foit fituée au-deffous de la verge autant que le centre du petit globe; alors feulement le fil dont nous avons parlé y eft attaché. Nous dirons plus loin pourquoi nous faifons ufage en cette occafion d'un ftylet flexible.

Il s'agit maintenant d'expliquer comment la lentille oculaire eft mife en rapport avec l'autre, ce qui n'exige pas beaucoup de paroles puifque l'agencement eft à peu près le même que pour la grande lentille. En effet, la lentille oculaire eft également enfermée dans un tuyau ou cylindre court; elle eft également jointe à une verge ou queue poffédant elle auffi fon petit globe fur lequel elle s'appuie. Il eft vrai qu'au lieu de ce dernier on peut fe fervir ici d'un petit axe tranfverfal. Au-deffous de la verge un petit poids de grandeur convenable eft de nouveau attaché pour faire équilibre. L'obfervateur prend en main une anfe munie d'un petit globe ou axe. La verge eft dirigée vers la grande lentille placée en haut, cette verge étant reliée au même fil que l'autre d'où il defcend. Il eft manifefte que dès qu'on y met la main et qu'on tend quelque peu le fil, les lentilles deviennent parallèles entr'elles. Toutefois le fil n'eft pas attaché de la même manière à l'extrémité de cette verge qu'il l'était à la verge fupérieure qui gouverne la grande lentille: il paffe par une ouverture et eft enfuite enroulé fur une cheville telle que celles au moyen defquelles on tend les cordes des luths et qui fe trouve au milieu de la verge fur un de fes côtés. Par une rotation de cette cheville on peut pendant l'obfervation allonger ou raccourcir le fil jufqu'à ce que l'intervalle entre les deux lentilles foit exactement adapté à l'oeil de l'obfervateur, cet intervalle ayant d'abord été pris à peu près de la longueur convenable ce qui eft très facile.

En outre, pour que l'obfervateur puiffe tenir l'oculaire immobile, ce qui eft de première néceffité, il difpofe d'un foutien de matière légère repofant fur deux pieds et portant à fon extrémité fupérieure un ais ou bâton tranfverfal fur lequel, debout ou

inque fubjecto fui moduli cavo liberrime volvitur; ita tamen ut excidere nequeat. Cavum partibus duabus conftat, quæ, fuper pediculo tereti, cochlea junguntur adftringunturque, fed ita ut globulum nihil prorfus premant. Lens igitur, cum bacillo fibi adfixo, hoc modo mobilis efficitur. Quæ porro ut æqualiter librata confiftat, pondus unius libræ circiter infra bacillum appenditur, filo æneo craffiore femipedali conjunctum atque infixum. Cujus flexu facile ita pondus temperatur, ut centrum commune, fuæ lentifque gravitatis, cum centro Sphærulæ conveniat, atque hoc pacto quocunque pofitu lens fufpenfa maneat, attactuque leviffimo moveatur. Qua in re potiffima verfatur inventi pars. Pede enim globuli in foramen tranfverfi brachii, quod fupra defignavimus, immiffo, (duo autem vel plura ejufmodi foramina fiunt, ut in omnem cæli partem commode lens obverti poffit) filum vel funiculus tenuiffimus bacillo, five caudæ extremæ, illigatur; juncturus nempe lentem majorem cum ea quæ oculo proxima ponitur, ac proinde futuri telefcopii longitudinem æquans, vel potius paulo excedens. Hinc, ubi fublata ad malum fuerit lens, quocunque id filum, manu leviter tractum, circumferetur, lentem una movebit, eamque hoc modo ad aftrum quodcunque recta opponet. Quod certè abfque hoc libramento fieri non poffet. Cæterum ut extento filo cauda feu bacillus, quem lenti adpofuimus, parallelus fiat, quod omnino neceffe eft, infigitur parti ejus extremæ ftylus æreus digiti longitudine, cui deorfum flexo, donec cufpide fua tantundem ac centrum globuli infra bacillum defcendat, ita demum filum, quod diximus, adnectitur. Cur autem ftylo flexili hic utamur poftea dicetur.

Jam vero & de oculari lente explicandum, quomodo cum priore componatur; quod multis verbis non indiget, fiquidem eadem fere omnia, quæ in majori lente, obfervanda funt. Similiter enim tubo, feu cylindro brevi, hæc quoque includitur; item bacillo feu caudæ conjungitur; quæ porro globulum fuum cui innitatur habet. Sed hujus loco axiculus tranfverfus adhiberi poteft. Infra bacillum vero pondus exiguum rurfus appenditur, quanto opus eft ad faciendum libramentum. Porro capulus, globulum vel axiculum ferens, manu obfervatoris apprehenditur; bacillus verfus lentem, majorem fublimè pofitam, directus eft, filo eidem, quod inde defcendit, illigatus. Adducta vero manu, contentoque leviter filo, parallelas inter fe fieri lentes perfpicuum eft. At non eodem modo, bacilli hujus extrema parte, filum adnectitur, ac fuperiori illi, qui lentem majorem dirigit; fed per foramen trajectum, inde verticillo involvitur, cujufmodi funt quibus teftudinum chordas intendunt; qui verticillus medio bacillo à latere infixus eft. Hujus converfione, inter obfervandum, fili longitudo producitur contrahiturve, donec intervallum inter lentem utramque, oculo fpectatoris exacte conveniat, poftquam antea prope verum fuerit repertum, quod eft facillimum.

Cæterum, quo poffit obfervator immotam detinere lentem fibi proximam, quod apprime neceffe eft, fulcrum quoddam præfto eft è levi materia compactum, duobus pedibus infiftens, ac fuperiori parte tranfverfum habens baculum, cui brachia utraque,

aſſis, il peut appuyer les deux bras, tout en tenant d'une main la lentille comme nous l'avons dit. Cette méthode eſt beaucoup plus expéditive et pratique que lorſque le ſoutien a un troiſième pied et que la lentille oculaire eſt placée ſur lui.

Or, pour trouver aiſément de nuit et dans les ténèbres avec notre téleſcope des étoiles déterminées, nous nous ſervons d'une lanterne, telle qu'elles ſont aujourd'hui univerſellement connues, qui projette au loin ſa lumière au moyen d'un verre convexe ou d'un miroir. En dirigeant ſes rayons ſur le mât et ſur la lentille qui y eſt attachée, on peut aiſément, auſſitôt que le cylindre qui l'entoure eſt aperçu, donner au rayon viſuel une direction telle que l'étoile eſt recouverte par la partie centrale de la lentille et qu'après avoir également mis en poſition la petite lentille, on la voit à travers l'une et l'autre. Ceci ſe fait bien plus rapidement qu'on ne pouvait le faire juſqu'ici avec des téleſcopes à tuyau, de ſorte que de ce chef auſſi cette nouvelle manière d'obſerver eſt de beaucoup préférable. Mais lorſqu'on veut regarder la lune, point n'eſt beſoin de lanterne, puiſque la grande lentille peut être aperçue à la clarté de l'aſtre lui-même. Pour cette obſervation on l'entoure d'une couronne de papier dont le diamètre extérieur eſt un peu plus que le double de celui d'un cercle qui couvrirait exactement la lune, ceci à cauſe de l'amplitude du diſque lunaire, afin que lorſqu'on en contemple une partie, aucune autre partie ne puiſſe envoyer à l'oeil des rayons n'ayant pas paſſé par la lentille. Sans cette précaution les ombres et les lignes plus obſcures que le reſte qu'on voit dans la lune paraîtraient trop peu noires.

Nous avons dans ce qui précède complètement expliqué la manière de ſe ſervir de notre téleſcope aérien et ſa conſtruction aucunement compliquée. Par notre fil, comparable à celui d'Ariadne, nous avons trouvé une iſſue là où juſqu'ici on l'avait cherchée en vain. D'ailleurs, pour qu'on entende mieux cette explication, nous préſentons ici au lecteur une figure [Fig. 67] dans laquelle

ab eſt le mât.
cd la couliſſe mobile dans la rigole.
e le bras qui y eſt attaché à angles droits.
ff la traverſe qui porte la lentille.
gg la corde ſans fin.
h le plomb attaché à la corde.
a la poulie au haut du mât.
i le cylindre creux contenant la lentille principale.
kl la verge attachée au cylindre.
m le petit globe de cuivre formant corps avec la verge et pouvant tourner dans le ſegment ſphérique.
n le poids de plomb attaché avec un fil de cuivre.
l le ſtylet court et flexible attaché au bout de la verge.
o le petit tuyau portant la lentille mineure ou oculaire.
p la verge attachée à ce petit tuyau.
Q un petit axe mobile.

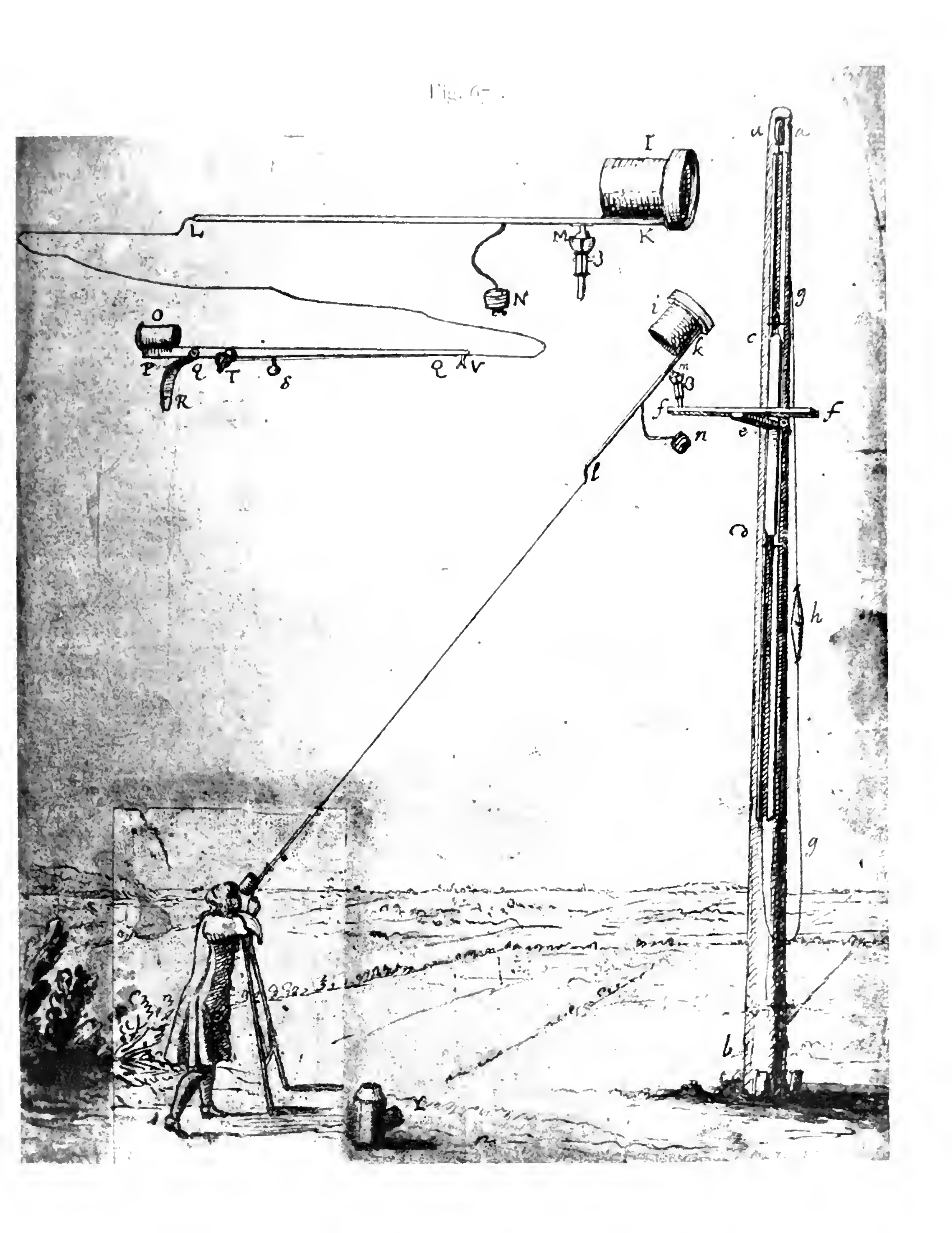


Fig. 67.

five ftantis five fedentis, innitantur; dum altera manu, quomodo diximus, lentem fuftinet. Multoque expeditior eft hæc ratio, atque ad ufum accommodatior, quam fi tertius pes fulcro accedat, inque ipfum lens ocularis imponatur.

Ut vero noctu, atque in tenebris, ftellæ quævis telefcopio noftro facile reperiantur, lumine utimur laternæ inclufo, quales jam vulgo notæ funt, vitri convexi vel fpeculi opera longe lucem projicientes. Hujus radiis ad malum lentemque in eo hærentem directis, ubi circulus ipfam continens confpectus fuerit, facile eo transfertur vifus, ut ftella ipfi media lente tegatur, fimulque admota lente minori, per utramque fe fpectandam præbeat. Ac fane multo citius hoc peragitur, quam factum fit hactenus telefcopiis tubo inftructis. Adeo ut hoc quoque nomine longè præftet nova hæc obfervandi ratio. Lunam vero contemplari volentibus, lucerna nihil opus eft, quod ipfius aftri luce lens confpici poffit. Sed hic ob difci lunaris amplitudinem; ne partem quampiam intuenti, ab alia parte lux, aliaque via quam per majorem lentem, ad oculum accidat; circulus papyraceus lenti huic circumponitur, paulo majore quam dupla diametro ad eum quo tota Luna tegeretur. Quod nifi fiat, dilutiores apparent umbræ tractufque ii qui, cæteris obfcuriores, in ejus globo confpici folent. Atque ita jam telefcopii noftri aërii rationem omnem & apparatum explicuimus, non fane operofum; filoque illo, velut Ariadnæo, unde hactenus inventus non erat, exitum reperimus.

Cæterum quo clarius ea, quæ diximus, intelligantur, delineationem hic fubjicimus, in qua

Malus eft, *a b*.
Afferculus in canali mobilis, *c d*.
Brachium ipfi ad angulos rectos infixum, *e*.
Baculus tranfverfus in quem lens imponitur, *f f*.
Funis in fe rediens, *g g*.
Plumbum funi innexum, *h*.
Orbiculus in fummo malo, *a*.
Cylindrus cavus lentem primariam continens, *i*.
Bacillus cylindro affixus, *k l*.
Globulus æneus bacillo hærens & in fubjecto cavo volubilis, *m*.
Plumbum filo æneo junctum, *n*.
Stylus brevis ac flexilis, extremo bacillo infertus, *l*.
Tubulus minorem feu ocularem lentem ferens, *o*.
Bacillus tubulo affixus, *p*.
Axiculus mobilis, *q*.

R l'anſe qu'on tient en main.
S la boule de plomb.
T la cheville ſur laquelle le fil s'enroule.
u [ou V] des pinnules qui ſe croiſent et ſont ainſi une ouverture par laquelle paſſe le fil.
lu [ou LV] le mince fil de ſoie.
X le ſoutien ſur lequel s'appuie l'obſervateur [5]).
Y la lanterne.

Les triangles placés tout le long du mât et permettant d'y monter ont été omis pour ne pas encombrer la figure.

Reſte à examiner en détail quelques objeċtions qui pourraient peut-être porter à douter ceux qui n'ont pas encore fait connaiſſance avec notre téleſcope. Ils craindront en premier lieu que, puiſque le fil qui relie les deux lentilles doit ſe courber par la peſanteur, cette courbure, quoique faible, ne ſoit pourtant, dans ces longueurs de cent ou deux cents pieds, un obſtacle à leur parallélisme.

En effet, s'il fallait faire uſage d'une corde aſſez lourde, ſa courbure gênerait beaucoup et cet inconvénient ne pourrait guère être écarté, même par une forte tenſion. Aċtuellement, la grande lentille étant ſuſpendue et maintenue en équilibre comme nous l'avons fait, c'eſt en la tirant par un très léger fil de ſoie que nous la dirigeons; le poids de ce fil, pour une longueur de cinquante pieds, ne ſurpaſſe pas une demi-drachme; il ſupporte pourtant, avant que de ſe rompre, un poids de ſept livres. Partant ſa courbure ne nuit aucunement ni dans la diſtance conſidérée ni même dans une beaucoup plus grande diſtance des lentilles, quoique nous ne le tirions qu'avec une force modérée équivalente à deux ou trois livres: il faut noter que la perfeċtion géométrique n'eſt ici nullement néceſſaire, comme cela eſt connu à tout expert.

Il eſt en effet certain qu'autant qu'une corde eſt plus légère qu'une autre, autant diminue la force de la tenſion qui fait l'une et l'autre ſe rapprocher également de la ligne droite; de ſorte qu'une corde de cinquante pieds et peſant une once, exige une force de quarante huit livres là où notre fil, de longueur égale, n'en demande que trois [6]). Ceci eſt trop évident pour qu'il ſoit néceſſaire de le démontrer: le cas où ſeize cordelettes d'une demi-drachme ſont tendues chacune par un poids de trois livres eſt identique avec celui où elles compoſent enſemble une corde d'une once et que celle-ci eſt tendue par la ſomme des poids, c'eſt-à-dire par ſeize fois trois livres.

[5]) La lettre X fait défaut dans la Fig. 67. Nous avons jugé inutile de l'ajouter comme cela a été fait ailleurs dans cette figure bien connue, reproduite ici pour la première fois d'après le dessin original de Huygens.

[6]) La drachme dont il était question plus haut est donc la huitième partie d'une once.

Capulus manu tenendus, r.
Glans plumbea, ſ.
Verticillus cui filum involvitur, t.
Pinnulæ decuſſatim poſitæ, atque ita foramen efficientes quo filum trajicitur; u.
Filum tenue bombycinum, l u.
Fulcrum cui ſpectator innititur, x.
Laterna, y.

Triangula per malum diſpoſita, quibus conſcendi poſſit, omiſſa ſunt, ne figuram obſcuriorem redderent.

Supereſt ut nonnulla, quæ fortaſſe nondum expertis ſcrupulum injicere poſſent, paulo accuratius examinemus. Verebuntur primum ne, ſubſidente filo quod ad utramque lentem pertingit, flexus ejus, quanquam exiguus, in magnis tamen illis, pedum centum aut ducentorum, longitudinibus impediat poſitum earum parallelum. Et profecto, ſi fune graviore opus foret, non parum noceret curvatura ejus, nullaque fere tendendi vehementia ſuperari poſſet hoc incommodum. Nunc verò, ſuſpenſa librataque lente majori ut à nobis factum eſt, leviſſimi tantùm fili bombycini tractu eam dirigimus; cujus pondus in pedes quinquaginta ſemidrachmam non ſuperat; quodque idem appenſas libras ſeptem ſuſtinet priuſquam rumpatur. Quare flexus ejus neque in hac, neque in multo majori lentium diſtantia quidquam officit, etſi non niſi modica vi trahatur, duabus tribuſve æquipollente libris; utique cum geometrica perfectio nequaquam hic requiratur, ut cuilibet experto notum.

Etenim certum eſt eadem ratione, qua funis fune levior eſt, vim tenſionis diminui, qua utrumque ad rectam lineam æqualiter accedat. Ut proinde funiculus quinquaginta pedes longus, atque unciam pendens, vi librarum quadraginta octo opus habeat, ubi filum noſtrum, longitudine pari, non niſi tribus libris indigebit. Atque hoc per ſe clarius eſt quam ut demonſtratione comprobetur. Idem enim eſt prorſus cum ſexdecim funiculi ſemidrachmales trahuntur ſinguli trium librarum pondere, atque cum uncialem funiculum ſimul componentes, is à conjunctis itidem ſexdecies ternis libris contenditur.

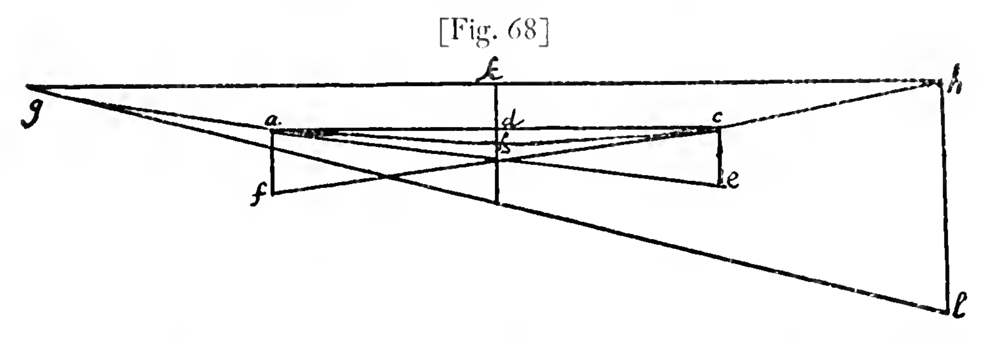
Mais on peut auſſi confirmer plus amplement par des raiſonnements géométriques, ainſi que par des expériences, ce qui ſe rapporte à la courbure du fil. Faiblement courbé le fil tendu a à ſi peu près la forme d'une parabole qu'on peut admettre qu'il en eſt vraiment ainſi ſans aucune erreur. Lorſque notre fil, long de cent cinquante pieds, eſt tendu horizontalement avec une force de deux livres et demie ſeulement, nous trouvons que la flèche de l'arc parabolique eſt environ d'un quart de pied. Soit *abc* [Fig. 68] le fil parabolique, *db* la flèche, *adc* étant une droite. Puiſſent les droites *ae* et *cf* toucher la parabole, leſquelles ſont coupées par *ce* et *af* parallèles à *db*. Nous obſervâmes, en regardant du point *a* ſuivant la droite *ae*, que la grandeur de la droite *ce* était d'un pied, d'où réſulte pour *db* celle d'un quart de pied. Or, *af* eſt égale à *ce*. Le fil *cba* tire donc une lentille placée en *c* de telle manière qu'elle ſe met à angles droits non pas par rapport à la droite provenant de l'oeil qui eſt en *a*, mais par rapport à celle qui part du point *f*. Il en réſulte que l'oeil eſt éloigné d'un pied de ſon vrai lieu; ce qui dans cette diſtance de 150 pieds ne peut pas nuire. En effet, l'angle de déflexion *cae* ou *acf* n'eſt que de deux cinquièmes d'un degré, de ſorte qu'aucun remède — nous en indiquerons un néanmoins — n'eſt néceſſaire. Or, ſi l'on prend une diſtance *gh* double de celle précédemment conſidérée, ſavoir de trois cents pieds, de ſorte que le fil courbé eſt *gbh*, la meſure de la concavité ſera *kb* égale à quatre fois celle de la précédente *db*, mais l'angle de déflexion ne ſera que le double, c. à. d. $\frac{4}{5}$ d'un degré, comme on le voit aiſément en tirant la tangente *gl* qui rencontre la perpendiculaire *hl*. En effet, cette *hl* ſera le quadruple de *kb* ou *ce*, mais la diſtance *gh* était le double de *ac*; c'eſt pourquoi l'angle de déflexion *hgl* peut être conſidéré comme le double de l'angle précédemment trouvé *cae*.

Cette erreur de 48 ſecondes n'eſt encore d'aucune importance; on peut la négliger ſans inconvénient. Cependant, pour qu'il ne reſte aucun motif pour diſcuter, je ferai voir quelle eſt la correction qu'on peut apporter, laquelle remédie en même temps à toute autre déclinaiſon de la lentille.

À cet effet il faut dès l'abord dans la miſe au point de la grande lentille ſupérieure, ajouter à la méthode décrite ce que nous dirons maintenant. Lorſque la lentille a été miſe en équilibre conformément à nos préceptes et fixée à la hauteur qui convient à l'oeil, il faut d'une main ſaiſir le fil attaché à la verge et le tenir près de l'oeil, de l'autre tenir la lanterne également proche de lui. Il faut enſuite, en ſe retirant lentement et en allongeant ainſi le fil tendu, obſerver ſi une double image de la flamme apparaît vers le milieu de la lentille: il s'agit d'images réfléchies par ſes deux ſurfaces. S'il en eſt ainſi au moment où le fil a pris la longueur entière qui convient au téleſcope en queſtion, cela indique que la lentille a abſolument la bonne poſition par rapport à l'oeil. Mais ſi une ſeule réflexion de la flamme eſt aperçue, la lentille eſt mal placée; plus mal encore, ſi l'on ne voit ni l'une ni l'autre. On peut y remédier dès qu'on a reconnu dans quel ſens la lentille décline: le ſtylet de cuivre attaché à l'extrémité de la verge et portant d'autre part le fil doit être un peu fléchi dans ce même ſens; enſuite il faut, comme au début, eſſayer la réflexion de la lanterne; cette opération alter-

Sed ulterius quoque hæc, quæ ad fili flexum attinent, geometriæ rationibus, experimentisque expendi possunt. Nempe contentum filum, flexu illo exiguo, parabolicam lineam tam prope exprimit, ut pro vera absque errore habeatur. Cujus parabolæ profunditatem, in longitudine pedum centum quinquaginta, invenimus pedis unius circiter quartam partem; cum filum horizonti parallelum tenderetur, nec nisi vi librarum duarum & semis. Sit fili parabola *a b c*, profunditas ejus *d b*, ducta nimirum recta *a d c*. Porro tangant parabolam rectæ *a e*. *c f*: quibus occurrant *c e*, *a f*, parallelæ *d b*. Intuenti igitur ex *a* puncto, secundum rectam *a e*, notatum fuit spatium *c e* fieri pedis unius; unde fit *d b* pedis quarta pars. Ipsi verò *c e* æquale est *a f*. Itaque lentem in *c* positam ita trahit filum *c b a*, ut non ad oculum, qui est in *a*, sed ad *f*

[Fig. 68]



punctum directe opposita sit. Ut proinde pedis unius intervallo à vero loco oculus absit: quod in illa pedum 150 distantia nihil obesse potest. Fit enim angulus deflexionis *c a e* vel *a c f* tantum duarum quintarum unius gradus; adeo ut remedio, quod tamen dabimus, non sit opus. Sumpta autem *g h* distantia prioris dupla, seu pedum trecentorum, ut filum incurvum sit *g b h*, erit cavitatis mensura *k b*, prioris *d b* quadrupla quidem, sed angulus deflexionis tantummodo duplus, hoc est, $\frac{4}{5}$ unius gradus; ut facile perspicitur, ducta tangente *g l*, quæ cum perpendiculari *h l* conveniat. Ipsa enim *h l* quadrupla erit ad *k b* sive *c e*; distantia vero *g h* ad *a c* erat dupla. Quare angulus deflexionis *h g l*, antea inventi *c a e*, duplus censeri potest.

Hæc verò, scrupulorum 48, aberratio nullius adhuc momenti est, neque neglecta nocebit. Attamen, quo minus causandi locus hic supersit, ostendam jam quænam adhiberi possit correctio, atque ejusmodi quidem ut, una opera, omnem aliam lentis declinationem restituat.

Igitur semel ab initio, ad superiorem lentis magnæ præparationem, hoc quod dicemus, adjungatur. Nempe lente quemadmodum præcepimus librata, atque ad oculi altitudinem defixa, filum caudæ adnexum manu altera capiatur, eaque oculo admoveatur; altera lucernam juxta teneat. Tum paulatim recedendo, extentumque filum producendo, observetur an duplex flammæ imago circa mediam lentem appareat, ab utraque nimirum superficie ejus reflexa. Id si contingat ubi jam tota fili longitudo exierit, quanta nimirum futuro telescopio debetur, indicio est rectissime lentem ad oculum converti. Quod si altera tantum flammæ reflexio conspiciatur, malè collocata

native doit être répétée jusqu'à ce qu'on voit coïncider les deux images de la flamme. Quant à la tension du fil, elle doit être modique, telle que nous l'avons prescrite plus haut, correspondant à une force de deux ou trois livres: c'est à cela qu'il faut s'habituer. Lorsque la position de la lentille aura une fois été corrigée de cette façon elle servira pour toutes les observations. Qu'on n'objecte pas avec une subtilité excessive que par la direction oblique que possède le fil lorsqu'il est dirigé vers les astres, sa courbure due à la gravité est rendue un peu moindre que lorsqu'il était horizontal. En effet, cette différence est minime, surtout pour un fil si léger; d'ailleurs, comme nous l'avons déjà dit, un parallélisme géométrique exact des deux lentilles n'est pas requis.

Il faudrait dire qu'une bien plus grande difficulté provient du vent qui rend le fil sinueux et l'écarte latéralement, surtout dans le cas des grandes longueurs dont nous avons parlé, si l'on ne pouvait répondre à cette objection que le vent est également ennemi des tuyaux, lesquels tremblent et vacillent sous ses coups à la grande incommodité de l'observateur, de sorte qu'il a souvent fallu abandonner les observations pour cette raison. D'ailleurs il faut savoir, afin de supporter ce mal avec plus de résignation, que lorsque les vents soufflent, la pellucidité de l'air est souvent troublée à ce point, même quand il parait serein, que par cela seul l'observation télescopique est absolument empêchée, ce qui ne peut être inconnu aux gens expérimentés. Il arrive même parfois qu'on applique les télescopes en vain lorsque le ciel est tranquille et tout-à-fait clair et que les étoiles scintillent aussi fortement que possible; c'est lorsqu'une certaine vapeur humide se trouve dans l'air laquelle cause une ondulation et un tremblement tels que ceux-ci privent le regard de celui qui veut observer les planètes de toute acuité. Dans ce cas on serait tenté de douter de la bonne qualité des lentilles elles-mêmes, n'était le fait que dans un autre temps et par un ciel plus pur on en avait constaté la bonté. La même vapeur, soit dit en passant, intercepte assez souvent par son adhésion à la grande lentille une partie des rayons de lumière, ce qu'on peut prévenir en chauffant un peu la lentille auprès d'un feu.

Considérons encore une fois ce que nous avons dit sur la nécessité d'illuminer cette même lentille fixée au haut du mât. Il pourrait sembler que lorsqu'elle est fort éloignée, p.e. de deux cents pieds et davantage, elle recevra à peine la quantité de lumière nécessaire pour la rendre visible à l'observateur, même lorsque la lanterne est pourvue d'un verre convexe suivant notre prescription. Mais dans ce cas on pourra augmenter la quantité de lumière, soit en agrandissant la mèche de la lanterne, soit en se servant d'une lentille plus large et moins courbée laquelle, même lorsqu'elle reçoit de la lumière en quantité égale, la dispersera moins et par conséquent la lancera mieux au loin.

Il apparaît donc que sous ce rapport la longueur du télescope est sans conséquence et qu'on peut avec la même facilité se servir de n'importe laquelle. Il est d'autre part évident que la hauteur du mât fait une certaine différence. Or, nous avons à notre disposition plusieurs moyens pour obvier aux inconvénients qui pourraient en résulter. Nous pouvons en effet, après avoir planté un premier mât, ériger à côté et à l'aide de lui un deuxième mât deux fois plus long que nous pouvons affermir en le joignant au

erit, ſi neutra, pejus. Hic vero jam remedium adhibebitur, ubi cognitum fuerit in quam partem lens declinet. Stylus enim æneus extremæ caudæ adjectus, filumque innexum habens, in partem eandem parumper flectendus eſt; ac rurſus, ut ante, lucernæ reflexio tentanda; idque ita repetitis vicibus faciendum, quoad utraque flammulæ imago in unum convenire conſpiciatur. Tenſione autem fili utendum medioeri, qualem ſupra definivimus, duarum aut trium librarum vim referente, eique quatenus licet adſueſcendum. Hoc modo correcta ſemel lentis poſitio ad omnes obſervationes valebit. Neque hic ſubtiliter nimium objiciat quiſquam quod obliquo fili aſcenſu, cum ad aſtra dirigitur, paulo minor efficitur flexus ejus à gravitate ortus, quam cum filum idem horizonti parallelum extenditur. Eſt enim differentia hæc perexigua, præſertim in tanta fili levitate; & lentium paralleliſmus, ut jam diximus, ad geometriæ leges exactus non requiritur.

Multo magis ventus obeſſe dicendus foret, filum ſinuans atque in latus impellens, preſertim in magnis, quas diximus, longitudinibus; niſi quod tubis quoque idem ventus adverſus eſt, qui concuſſu ejus tremunt ac vacillant, magno ſpectantis incommodo; ut propterea ſæpe obſervationibus ſuperſedendum fuerit. Sed quo æquiore animo hæc diſpendia feramus, ſciendum eſt, flantibus ventis, ſemper fere aeris pelluciditatem adeo turbari, etiamſi ſerenus videatur, ut hoc uno omnis teleſcopiorum proſpectus impediatur; quod exercitatis ignotum eſſe nequit. Imo & tranquillo interdum ac prorſus ſereno cælo, ſcintillantibus cum maxime ſyderibus, fruſtra tamen teleſcopia adhibentur; humido vapore quodam aerem obſidente, quo ſit ut ad Planetarum corpora reſpicienti, undatio quædam tremula & fluctuans omnem viſus aciem intercipiat. Poſſetque, ubi hoc accidit, ipſa lentium bonitas ſuſpecta eſſe, niſi alio tempore ac puriore cælo fuiſſet cognita. Idem vapor, ut hoc quoque obiter admoneam, non raro, lenti majori adhæreſcens, radiorum lucis partem avertit: cui malo, calefacto modice ad ignem vitro, occurritur.

Videamus nunc & illud quod de illuſtranda lente eadem diximus ad malum ſubrecta. Quæ ſi valde procul diſtet, puta ad ducentorum & amplius pedum intervallum, vix videtur tantum luminis, ut ab obſervatore cerni poſſit, acceptura, etiamſi lucerna convexo vitreo juvetur, uti præcepimus. Sed hic intendere amplius lumen licebit, vel aucto lucernæ ipſius ellychnio, vel latiori lente adhibita leniuſque convexa, quæ lucem

premier par des poutres tranſverſales. Le plus fort aſſemblage de ce genre ſera celui, de forme triangulaire, où deux mâts plus courts, diſtants entr'eux de deux ou trois pieds, ſont joints de la manière indiquée à un troiſième de hauteur double. De cette manière nous atteindrons aiſément une hauteur de cent pieds. Et nous parviendrons à des hauteurs bien plus grandes encore, ſoit en nous ſervant d'une baſe plus ſolide des mâts et des poutres, ſoit en appuyant la partie inférieure de ces bois contre une tour ou contre l'angle d'un édifice élevé; de telle manière, bien entendu, qu'il n'en réſulte aucune difficulté pour l'élévation de la lentille par le moyen de la rigole continue dont nous avons parlé. Mais on peut auſſi dreſſer le mât ſur une tour ou ſur le faîte d'une maiſon; dans ce cas c'eſt là que doit ſe tenir celui qui eſt en charge de la corde pour hauſſer ou baiſſer la lentille.

Et que perſonne ne s'imagine que nous traitons ces détails avec trop d'empreſſement et avec un ſoin ſuperflu attendu qu'il ferait peu probable qu'il fût beſoin de ces grandes hauteurs. En effet, pendant que j'écris ces lignes, j'apprends par une lettre de Caſſini que quatre lentilles fort excellentes, dont la plus grande eſt deſtinée à un téleſcope de cent quarante pieds, ont été achevées à Rome par Giuſeppe Campani et envoyées au grand Roi de France. Bien qu'elles n'aient pas encore été utiliſées pour des obſervations aſtronomiques, on peut être certain qu'elles ont été examinées de jour dans de longues ſalles ou galeries d'où la lumière était exclue. Maintenant, par notre préſente invention, ces lentilles-ci, ainſi que d'autres correſpondant à de plus grandes longueurs, s'il en vient, pourront faire preuve de leur utilité.

Que ſi nous ſongeons aux méthodes par leſquelles d'autres ont tâché d'augmenter l'efficacité des téleſcopes, il pourra ſembler que c'eſt avec peu de peine que nous avons obtenu ou obtiendrons le réſultat qu'ils ont cherché en vain. Car ſoit qu'ils aient pourſuivi leur but par des figures de lentilles hyperboliques ou elliptiques comme Deſcartes [7]), ſoit par des miroirs concaves comme Newton, ſoit autrement, il s'agiſſait toujours d'obtenir des amplifications conſidérables des objets obſervés à l'aide de téleſcopes aſſez courts, maniables à cauſe de la modicité de leurs maſſes.

On trouve aux p. 134—136 du T. VII l'article (lettre) de Huygens „touchant la Lunette Catoptrique de M. Newton" publié dans le Journal des Sçavans de février 1672. Une figure de cette lunette ſe trouve vis-à-vis de la p. 129 du meme Tome. Voyez auſſi ſur les lunettes catoptriques le T. XIII.

Or, cette confection préciſe, ſcrupuleuſement exacte, des ſurfaces était éminemment néceſſaire; d'autre part on ne pouvait vraiment parvenir au but ſans faire uſage de grandes lentilles ou de grands miroirs, puiſque toute conſtruction eſt fatalement gâtée par une trop grande obſcurité: il faut que les premières ouvertures par leſquelles entre la lumière ſoient priſes d'autant plus grandes que l'agrandiſſement ſous lequel l'obſervateur aperçoit les objets eſt plus conſidérable. Quant à nous, nous n'avons pas

[7]) Comparez la p. 248 du T. XVII.

tranſmiſſam, etiamſi pari quantitate accipiat, minus tamen diffundet, longiuſque proinde ejaculabitur.

Quantum igitur ad hæc attinet, nihil admodum referre liquet quænam fuerit teleſcopii longitudo, ſed æque facile qualiacunque in uſum deduci. Aliquod tantum diſcrimen in varia mali altitudine poſitum eſſe. Cujus quidem parandæ plures modi ſuppetunt. Poſſumus enim, uno ſtatuto malo, alium ejus opera duplo altiorem juxta attollere, ac ſimul firmiorem reddere, tranſverſis fibulis utrumque conſerendo. Ac firmiſſima quidem fuerit compages hujuſmodi, ſi duo mali humiliores, cum tertio duplæ altitudinis, binis terniſve pedibus inter ſe diſtent, in triangulum diſpoſiti, atque uti diximus religati. Qua ratione facile ad centum pedum altitudinem perveniemus. Ad multo majores vero, vel validiori malorum ac trabium ſubſtructione utendo, vel ad turrim aut ædificii altioris angulum inferiora ligna applicando; ita ut nihil tamen obſtet, quo minus, ab imo ad ſummum, lens primaria adducatur, per continuum canaliculum, uti diximus, aſcendens. Sed & ſuper turri aut domus culmine erigi malus poteſt, ut ibi adſtet is cui funis cura demandata eſt, ad evehendam demittendamve lentem.

Nec vero præpropera aut ſupervacua cura hæc à nobis agitari quis putet, quod veriſimile non ſit his altitudinibus opus fore. Ecce enim, dum hæc ſcribo, Caſſini literis certior fio, lentes quatuor, quarum maxima teleſcopio pedum centum quadraginta deſtinata ſit, à Joſepho Campano, eaſque præſtantiſſimas Romæ eſſe perfectas, & ad magnum Galliæ Regem miſſas. Etſi enim ad cæleſtium obſervationem nondum fuere admotæ, non dubitandum tamen interdiu inſtitutum fuiſſe earum examen, in atriis porticibuſve prælongis unde lux excluſa eſſet. Nunc vero, hoc noſtro invento, utilitas ſua tum his lentibus, tum ſi quæ has longitudine excedentes prodeant, conſtabit.

Quod ſi cogitemus quibus modis teleſcopiorum efficaciam alii augere ſtuduerint; quæ fruſtra illi quæſiverunt, ea nos levi hac opera conſecutos eſſe videri poſſit. Sive enim figuris lentium hyperbolicis ellipticiſve, ut Carteſius, ſive ſpeculis cavis, ut Neutonus, ſive alia quavis ratione id aggreſſi ſint, huc omnia redibant ut brevioribus teleſcopiis, ac minori molimine uſurpandis, multum amplificarentur res viſæ. Nam neque accurata illa ac ſcrupuloſa ſuperficierum formatio devitari poterat, neque etiam lentium ſpeculorumve magnitudo. quoniam obſcuritate nimia, quicquid machinati fuerimus, inutile reddi neceſſe eſt, niſi pro ratione percepti augmenti creſcant aper-

diminué les longueurs, mais nous avons obtenu qu'elles ne font plus gênantes, ce qui revient à peu près au même.

Si quelqu'un demande jusqu'où j'estime qu'on peut utilement prolonger les télescopes et si l'on peut espérer qu'en les construisant en dimensions supérieures à celles dont il fut question plus haut, nous pourrons nous approcher encore dix fois davantage de la lune et des autres astres qu'avec nos télescopes de trente pieds à l'aide desquels nous avons parcouru 149 parties de ce long chemin, c. à. d. tout le chemin à une seule partie près; je répondrai que je ne puis en vérité imposer des limites précises à cet art, mais que pour parvenir au résultat susénoncé le plus grand effort possible aux hommes ne suffira pas, partant qu'il peut encore moins être question de ce dont d'autres n'ont apparemment pas désespéré, savoir d'obtenir que nous contemplions la lune et les autres Planètes pour ainsi dire de près et que nous apercevions de nos yeux s'il sont habités par des êtres vivants ou bien qu'il ne s'y trouve rien que de vastes solitudes.

„Autresfois — dit J. Chapelain dans sa lettre du 24 août 1656 à Huygens, T. I, p. 483 — Monsieur Descartes se promettoit de faire des verres d'vne fabrique si parfaitte qu'on pourroit voir par leur moyen dans le disque de la lune si elle estoit habitee et quelle seroit la forme des animaux sil y en auoit. Jay veu la lettre ou estoient ces paroles entre les mains d'un nommé Ferrier qui estoit son Amy et son ouurier". Il s'agit de la lettre de Descartes à Ferrier du 13 novembre 1629.

En effet, je sais en premier lieu combien dans la taille des lentilles la difficulté de leur donner la bonne forme croît avec la grandeur, et de même la difficulté de trouver du verre libre des défauts qui compromettent le plus le succès. En effet, plus les rayons sont rassemblés de loin, plus aussi ces défauts se font nécessairement sentir. En outre il est établi, supposé que les dites difficultés ne comptent pour rien, que les objets observés ne sont agrandis qu'en raison des diamètres d'ouverture de la lentille extérieure [8]); or, ces diamètres ne croissent pas proportionnellement aux longueurs des télescopes mais, si je vois bien, proportionnellement à leurs racines carrées [voyez l'alinéa suivant]. De sorte que lorsque, pour un télescope d'une longueur de trente pieds, l'ouverture donnée est de trois pouces, telle environ que l'expérience permet de la prendre, une autre ouverture, convenant à une longueur de trois cents pieds, ne sera que de neuf pouces et demi; par conséquent tout ne paraîtra qu'environ trois fois plus grand dans ce télescope immense que dans celui de trente pieds. Mais s'il faut décupler l'agrandissement de ce dernier, il faudra une longueur de trois mille pieds. Il est manifeste qu'on ne pourra parvenir à ce résultat par aucun effort humain, ne fût-ce qu'à cause de l'altitude.

---

[8]) Voyez, à la p. 553 du T. VIII, ce que Huygens écrivit en août 1684 sur ce sujet à B. Fullenius en réponse à une lettre que nous ne connaissons pas.

turæ quibus primum lux ſubintrat. Nos vero longitudines quidem non imminuimus, ſed ne obeſſent effecimus, quod fere eodem redit.

Si quis vero jam requirat quouſque & quo operæ pretio extendi porro teleſcopia poſſe exiſtimem, & num productis longe ultra modum eorum quæ paulo ante diximus, ſperandum ſit adhuc decuplo propius ad lunam cæteraque aſtra nos acceſſuros, quam quo triginta pedes habentibus proceſſimus; quibus tanti itineris partes centum quadraginta novem, una duntaxat reliqua, confectæ ſunt: reſpondebo me certos quidem arti terminos præfinire non poſſe; huc tamen, quo dixi, nec maximo hominum conatu perventum iri. multoque minus futurum, quod aliqui videntur non deſperaſſe, ut lunam ac Planetas cæteros velut è propinquo inſpiciamus, & utrum animalibus habitentur, an præter vaſtas ſolitudines nihil habeant, viſu penetremus. Primum enim, in parandis lentibus, ſcio quantopere creſcat cum magnitudine formandi difficultas; ipſiuſque inveniendi vitri quod vitiis iis careat, quæ maxime huic operi infeſta ſunt. Quanto enim ulterius radii colligentur, tanto magis hæc vitia ſe prodant neceſſe eſt. Conſtat præterea, ut jam iſta nihil obſtent, non amplificari res viſas, niſi pro ratione diametrorum aperturæ lentis exterioris. Quæ diametri nequam creſcunt cum teleſcopiorum longitudine; ſed, quantum video, rationem longitudinum ſubduplam ſequuntur. Adeo ut data apertura pollicum trium, in teleſcopio triginta pedes longo; quantam circiter experientia concedi ſinit; alia, ad trecentos pedes, non niſi novem unciarum & ſemis ſit futura, ac propterea tantum triplo majora fere omnia ſint apparitura, prægrandi hoc teleſcopio, quam illo pedum tricenum. At ſi decuplo exceſſu idem ſuperandum ſit, jam ter mille pedum longitudine opus erit, quo quidem nulla humana ope perveniri poſſe, vel ſolius altitudinis cauſa, manifeſtum eſt.

Sans doute les ouvertures dont nous avons parlé pourraient être beaucoup plus confidérables et croître dans une plus grande proportion s'il n'y avait que ce feul obftacle que la courbure de la figure fphérique eft peu propre à réunir les rayons; mais il y a en réalité encore une autre aberration des rayons, provenant de la nature même de la réfraction, dont Newton a fait voir l'exiftence il y a quelques années[9]) par certaines belles expériences, e. a. par celles fur les couleurs des prifmes de verre. Cette deuxième aberration a elle auffi fes lois; c'eft d'après elles, fi je les comprends bien, qu'on peut calculer la proportionnalité dont je viens de parler, celle des ouvertures aux racines carrées des longueurs.

C'eft bien peu avant la compofition de l'Aftrofcopia que Huygens était parvenu à établir la proportionnalité dont il eft ici queftion. On peut confulter la p. 621 de notre T. XIII où l'on verra que les recherches qui conduifirent à cette loi datent des premiers mois de 1684. Voyez auffi les p. 484 et fuiv. du même Tome: Huygens y démontre la loi aux p. 486 et fuiv.

[9]) La lettre de Newton „containing his new theory about light and colours" est de 1672; voyez p.e. la p. 156 de notre T. VII.

Sane majores multo forent, & majori proportione crefcerent, eæ, quas diximus, aperturæ, fi nihil aliud obftaret quam figuræ fphericæ parum idonea, in colligendis radiis, curvatura. Nunc vero alia quædam, ex ipfa refractionis natura, oritur radiorum aberratio, quam ante annos aliquot Neutonus egregiis quibusdam experimentis & prifmatum vitreorum coloribus comprobavit. Hæc vero & ipfa leges fuas habet, quibus, fi recte eas perfpicio, fubdupla illa, quam dixi, aperturarum ad longitudines ratio colligitur.

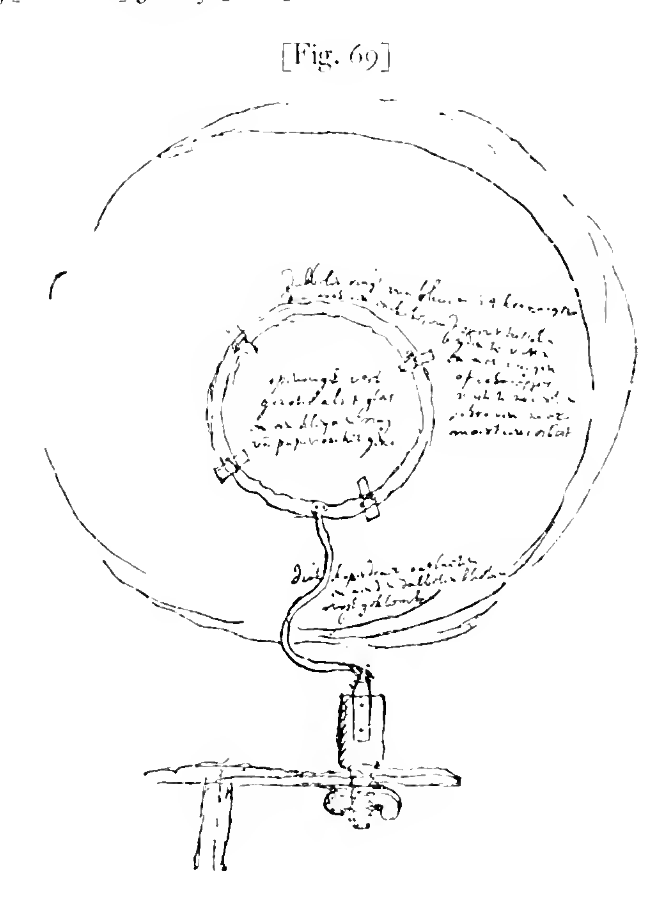
APPENDICE I

À L'ASTROSCOPIA COMPENDIARIA.

1686.

La figure [Fig. 69] de l'objectif avec ſon cercle de papier attaché à la traverse, dont nous avons parlé dans le dernier alinéa de la p. 208 qui précède, ſe trouve à la p. 227 du Manuſcrit F qui porte la date Sondag [dimanche] 5 Maj. [1686].

[Fig. 69]



On lit dans la figure: Dubbelen ringh van blic, met 4 krammetjes. Dan noch een enckele, om 't papier tuſſchen beyden te vatten en met wiggen of ſchroefjes vaſt te

maecken. Schroeven met moertiens is beſt. – - Openingh veel grooter als 't glas, en een kleijnen ring van papier om het glas. – Dick koperdraet ontlaeten en aen den dubbelen blicken ringh geklonecken.

Dans le Man. F on lit encore à droite de la figure:

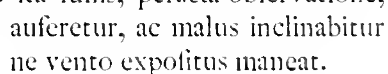
Het papier, daer het tuſſchen de blicke ringen gevat werdt moet met een perkamenten ringh geſterckt werden. Et en bas: door geboort, là où la traverſe eſt percée.

APPENDICE II

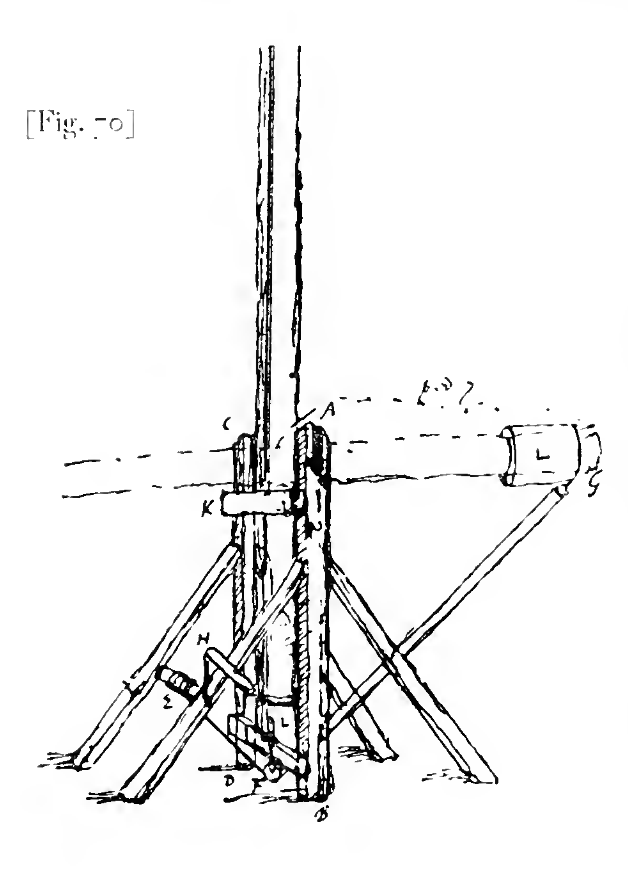
À L'ASTROSCOPIA COMPENDIARIA.

[1692] [1]).

Malus [Fig. 70] qui in Aſtroſcopia compendiaria adhibetur, ita ordinatus ut demitti ac rurſus erigi poſſit, et hyeme ſub tecto collocari. ita funis, peracta obſervatione, auferetur, ac malus inclinabitur ne vento expoſitus maneat.



[Fig. 70]



AB, CD ſtipites in terram defixi pedes 4. extantes pedibus 7. in ſummis capitibus inciſi, ut axis mali in cavitates iſtas inſeri queat, et eximi cum libuerit.

In imo malo pondus affigendum, quo facilius erigatur. Juvante nimirum ſucula E quæ manubrio H verſatur. F eſt trochlea.

Videndum qua parte affigendæ regulæ cavæ, inter quas pegma lentem ſuſtinens ſurſum adducitur. an jacente malo, ſubtus jacere debeant, ut minus a pluvia corrumpantur?

Debent hæ regulæ ſeptentrionem ſpectare.

Ergo ſucula E quoque eodem. Sed tunc tranſverſarium K quantum poteſt demittendum ne pegmati obſit. An pegma ſeparandum in partes duas, ne impediant anterides [2]).

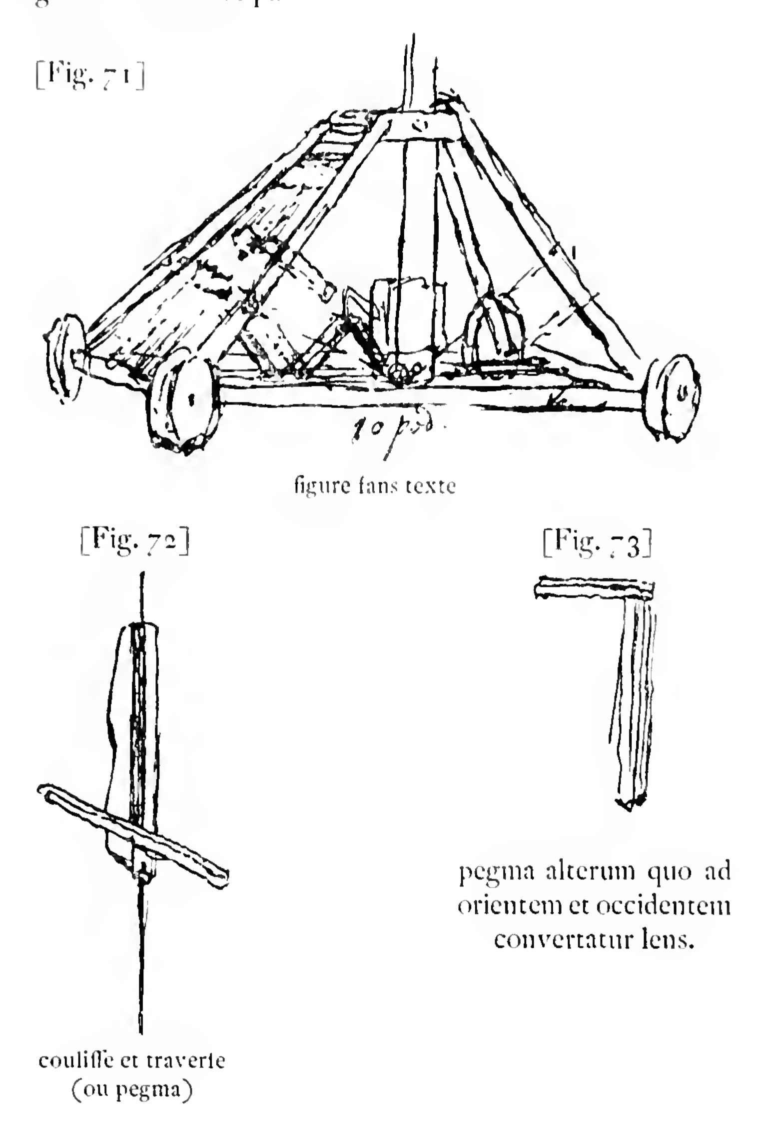
[1]) Manuscrit H, p. 63. Les p. 60 et 75 portent respectivement les dates du 21 Maj. 92. et du 16 Jul. 1692.

[2]) Arc-boutants, contreforts. Le mot eſt dans Vitruve.

Videndum quam in partem reclinatus malus horto minus incommodet: vel an erectus denuo, poſt exemptum funem, melius pluviæ ſic exponatur quam jacens. Nam a vento nihil puto timendum. Si malus erectus relinquatur poterit ſucula E ſpectare ad auſtrum, ac regulæ ad boream, manente tranſverſario K.

Oportet curare omnino ne funis EFG rumpi aut elabi poſſit, quia malus concidens frangeretur. Præſtaret ut pondus L malum in æquilibrio poneret. ita periculo vacaret, nec ſucula E opus haberemus. Tunc diligenter affigendum pondus L.

Diſtantia DB ſtipitum parte inferiore, ſit paulo major quam AC, ut poſſit pondus L malum cingens inter BD recipi.



[Fig. 71]

figure ſans texte

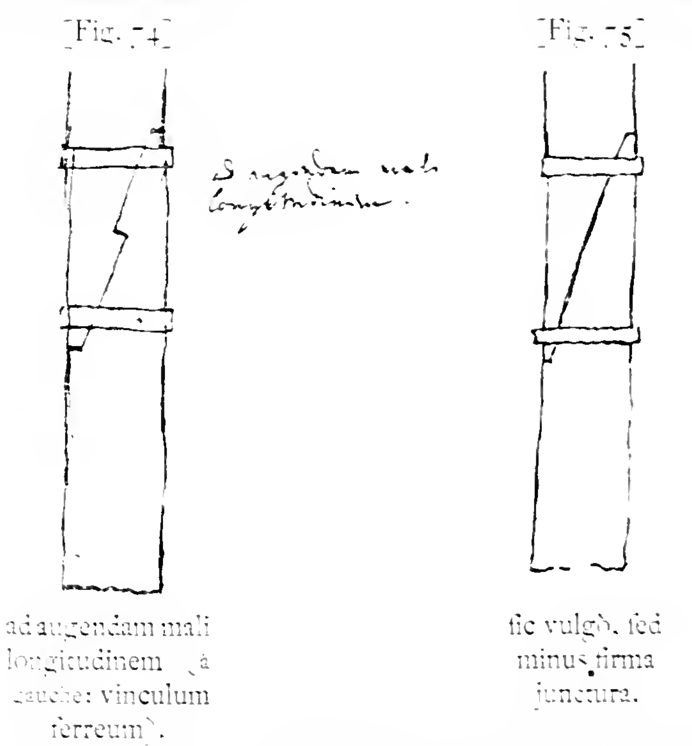
[Fig. 72]

couliſſe et traverſe (ou pegma)

[Fig. 73]

pegma alterum quo ad orientem et occidentem convertatur lens.

[Fig. 74] [Fig. 75]



ad augendam mali longitudinem (à gauche: vinculum ferreum).

ſic vulgò, ſed minus firma junctura.

Voyez la p. 336 qui fait foi d'un mat employé quelque temps auparavant dans un but astronomique par Philippe de Heſſe; ce qui, ſoit dit en paſſant, explique l'interet de Karl de Heſſe pour le mat de Huygens, p. 17? qui precede.

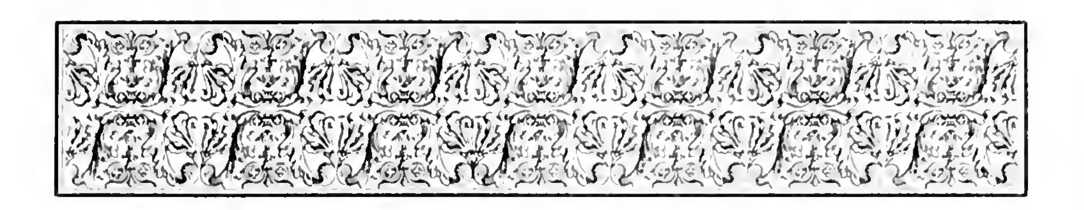
Conſultez les p. 302—304 qui ſuivent ſur la comparaiſon avec un teleſcope catoptrique de 1723 d'un teleſcope aerien offert en 1691 par les freres Huygens a la Royal Society.

A la p. 61 de ſon „Heſperi et Phoſphori nova phaenomena ſive obſervationes circa planetam Veneris etc." (Romae, Salvioni, 1728) Fr. Bianchini dit ſ'etre ſervi en 1726 à Rome de la methode du fil de ſoie de Huygens. Deja dans les „Memoires de mathematique et de phyſique de l'Academie Royale des Sciences" de 1713 ſe trouve la „Deſcription" par Bianchini, qui cite Huygens, „d'une machine portative propre à ſoutenir des verres de tres grands foyers". Les mêmes Memoires, de 1715, contiennent un article de de la Hire intitulé „Methode pour ſe ſervir des grands verres de lunette ſans tuyau pendant la nuit", methode qui eſt egalement une modification de celle de Huygens. L'auteur dit avoir donne un memoire ſur ce ſujet a l'Academie deja en 1695.

MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN VAN GLASEN TOT VERREKIJCKERS

OU

MÉMOIRES SUR LA TAILLE DES LENTILLES POUR LUNETTES À LONGUE VUE.



Avertiſſement.

En 1685, donc bientôt après avoir conſtruit le téleſcope ſans tuyau dont traite l'„Aſtroſcopia compendiaria", Huygens entreprit la rédaction du traité De Teleſcopiis et Microſcopiis que nous avons publié comme Pars Tertia de ſa Dioptrica aux p. 434—585 du T. XIII: il y rappelle (pour le citer dans notre traduction) „que nous avons réuſſi, il y a peu de temps, à faire diſparaître par notre invention le grand inconvénient résultant du trop grand poids et des trop fortes dimenſions des tubes [1])" en ajoutant „que pluſieurs perſonnes ont commencé à cultiver l'art de polir de fort grandes lentilles [2]), laquelle étude, après un long intervalle, nous avons auſſi repris nous-mêmes [1])".

En effet durant ſon ſéjour à Paris de 1666 à 1681 [3]) Huygens ne s'était guère occupé de la taille des lentilles pour lunettes à longue vue, mais peu après ſon retour à la Haye il recommença, enſemble avec ſon frère Conſtantyn, ce travail auquel ce dernier avait continué de ſe vouer [4]). Il eſt vrai qu'étant arrivé à Paris il ſe propoſait

---

[1]) T. XIII, p. 440.

[2]) „Amplissimæ lentes", expression qui ne désigne sans doute pas seulement des lentilles de diamètres assez considérables, mais surtout des lentilles de grandes distances focales: comparez au début des „Mémoires" (p. 254 qui suit) l'expression „schotels van grootte lenghde", c. à. d. écuelles ou formes de grande longueur, où longueur désigne la distance focale.

[3]) Interrompu par des séjours en Hollande de 1670—1671 et 1676—1678.

[4]) On peut consulter dans nos T. XIII et XV un grand nombre de passages où il est question des „lentilles et lunettes fabriquées par les frères Huygens"; le lecteur, comme cela se conçoit, y est souvent renvoyé à la Correspondance.

d'abord de travailler lui-même à cette fabrication: voyez la note 1 de la p. 262 du T. XIX où il est question des „Campanini" [5]), dont il est si souvent traité dans la Correspondance des années 1666—1672 [6]). Ce qui l'empêchait surtout de donner suite à son projet, c'était la mauvaise qualité du verre dont il disposait, celui de la verrerie du faubourg St. Antoine [7]). Oldenburg, en 1669, lui promet du verre anglais de Lambeth „sans veines, meilleure que celle de Venise [?] et fort propre pour les telescopes", mais nous ne voyons pas qu'il l'ait reçu [8]). D'autre part il y avait à Paris des gens du métier dont quelques-uns pouvaient fort bien être chargés de fabriquer des formes et des lentilles à grande distance focale, la qualité du verre dont nous avons parlé rendant toutefois impossible la concurrence avec les meilleures lentilles italiennes. Ce furent e.a. Menard et son fils — Huygens connaissait Menard depuis 1663 [9]) — qui travaillèrent pour lui ou plutôt pour l'Académie des Sciences [10]). En novembre 1668 Huygens écrit: „Il y a un de nos commis de l'Assemblee qui travaille assez bien a faire des grands objectifs" [11]) et le 5 janvier suivant „nous avons icy des gens qui commencent a bien travailler" [12]). En juin 1669 il fait „travailler depuis quelques semaines" à un „verre de 60 pieds" [13]). Les „maistres lunettiers . . . ont chacun leur manieres et methodes qu'ils ne veulent pas que d'autres sceachent" [14]). Il n'en était cependant pas tout à fait ainsi du maître ou „ouurier" Lebas mentionné

---

[5]) Le passage cité dans cette note ne date-t-il pas de la fin de 1666? La remarque „beaufrère et soeur mal" semble correspondre à la lettre de Huygens du 5 novembre 1666, T. VI, p. 83 et la „loupe" est peut-être celle mentionnée à la p. 81 du même Tome.

[6]) Chr. Huygens envoie des Campanines de Paris, Constantyn en fabrique à la Haye. En octobre 1671 (T. VII, p. 106) Chr. Huygens reçoit de la Haye un tour et des outils (voyez aussi sur ce sujet les p. 216, 219, 222 du T. VI, datant de 1668). Il continuait de s'appliquer à la microscopie; voyez p.e., pour ne citer qu'un seul passage, la note 1 de la p. 439 du T. XIX. Sur les Campanines on peut consulter p.e. la p. XC du T. XIII.

[7]) Voyez les p. 148, 151, 155, 158 (nous ne connaissons pas le Mémoire de Huygens pour la verrerie), 170, 206, 207, 300, 460, 480, 497 du T. VI, datant de 1667—1669.

[8]) T. VI, p. 533, T. VII, p. 3.

[9]) T. IV, p. 289.

[10]) T. VI, p. 87, datant de 1666. En février 1669 (T. VI, p. 377) nous apprenons que Menard est mort de sorte qu'il n'y a plus „de fort bons maistres" à Paris; mais le fils Menard continue le travail.

[11]) T. VI, p. 300.

[12]) T. VI, p. 334.

[13]) T. VI, p. 460. Il ajoute que le „poliment" gâte souvent la figure des lentilles.

[14]) T. VI, p. 170, janvier 1668.

pour la première fois en janvier 1672 [15]) et dont Huygens dit qu'il „a promis que je le verrois travailler". Les p. 311 et 316—319 du T. VI, datant de juin 1673, contiennent en effet des renſeignements détaillés ſur la méthode de Lebas, ſur leſquels nous reviendrons. Néanmoins, Lebas n'avait pas communiqué à Huygens „tout ſon ſecret" [16]) et ſa veuve qui lui ſuccéda tenait, elle auſſi, „fort ſecrette" leur méthode „pour le parfait poli du verre" [17]).

Évidemment Huygens connaiſſait auſſi les lentilles de J. A. Borelli, mais il ne connaiſſait apparemment pas ſa méthode d'opérer [18]).

Revenu en Hollande en août 1681, Huygens put profiter de ce qu'il avait vu et entendu à Paris en même temps que de l'expérience que ſon frère Conſtantyn avait acquiſe entretemps à la Haye: Conſtantyn avait profité du travail de quelques artiſans. Les lettres que Conſtantyn lui adreſſa pendant ſon ſéjour à Paris ne nous ſont

[15]) T. VI, p. 133. En août 1675 (T. VI, p. 485) Huygens fait mention de deux lunettes construites par Lebas et se trouvant à l'Observatoire, comme celles de Campani et de Divini. Il y parle auſſi de Borelli. On peut comparer la note 22 de la p. 194 qui précède qui toutefois se rapporte à 1684; on y trouvera auſſi le nom de Hartsoeker qui en séjournant à Paris en 1678—1679 s'était occupé de microscopie mais pas encore de la taille de lentilles pour des lunettes à longue vue; comparez la note 1 de la p. 58 du T. VIII.

[16]) T. VI, p. 480, juillet 1675.

[17]) T. VIII, p. 241, novembre 1679.

[18]) À la p. III du Manuscrit I Huygens écrit: Offre de Borelli des verres de Teleſcopes. Tranſact. Philos. N^r^. 128. Sept. 1676. Ou il dit d'avoir communiquè ſon Invention a un de l'Academie Royale. Le prix qu'il met a ſon verre. 1500 liv. les grands de 50, 60, 65 pieds, les moindres de 6 juſqu'a 12 pieds, pour un escu le pied. de 12 a 18 pour $\frac{1}{2}$ piſtole le pied. de 18 à 26 pour 1 piſtole le pied. N°. 140 des mêmes Transactions. Jul. 1678.

On trouve en effet à l'endroit indiqué des Philosophical Transactions de 1676, aux p. 691—692, un article intitulé „An intimation given in the Journal des Sçavans, of a sure and easie way to make all sorts of great Telescopic Glasses, together with a generous offer of furnishing industrious astronomers with them". L'article se termine comme suit: „Since Monsieur Borelli hath found this way of working Glasses, he entrusted the secret of it to a person of the Academy above-mentioned [l'Académie des Sciences à Paris dont Borelli était membre]; and he purposeth to publish the same hereafter, with some other considerable Observations touching the same Glasses".

Dans les Philos. Trans. de 1678, à l'endroit indiqué, p. 1005—1006, se trouve un „Extract of a Letter written by Signior Borelli, about the price of his Telescopes: Communicated to [leçon alternative: by] Sir Jonas Moore [leçon alternative: Moor]".

pas parvenues [19]) mais les réponſes de Huygens, où ſe trouvent les noms de ces artiſans, ſont conſervées [20]).

Les Mémoires ſur la Taille des Lentilles pour Lunettes à longue vue, écrits en néerlandais, paraiſſent maintenant pour la première fois dans cette langue (ainſi que dans une traduction françaiſe). Juſqu'à préſent ils n'ont encore vu le jour que dans les „Opuſcula poſtuma" de 1703 dans la traduction latine de H. Boerhaave; dans les Tomes précédents nous les avons donc pluſieurs fois cités ſous le nom „Commentarii de formandis poliendiſque vitris ad Teleſcopia" [21]). Il n'y a évidemment aucune raiſon pour réimprimer cette traduction latine dans les „Oeuvres Complètes". Dans les notes nous ſignalons quelques petites erreurs de Boerhaave. Une d'elles eſt aſſez importante pour que nous en faſſions mention ici: il confond parfois, ſans doute par inadvertance, la diſtance focale des lentilles ſoit avec leur diamètre, ſoit avec le rayon de courbure de leurs ſurfaces. „Glaſen van 36 voet" [22]) p.e. (lentilles de 36 pieds) ne ſont pas des „vitra quorum diameter triginta ſex pedum" [23]), mais des lentilles à diſtance focale de 36 pieds. Ailleurs — nous ne citons que ce ſeul endroit — il traduit „ſeer langhe glaſen van 120 voet of meer" [24]) (très longues lentilles, ſavoir de 120 pieds et davantage) par „vitris majoris Sphæræ v.c. 120 aut plurium pedum" [25]), ce

---

[19]) Nous avons dit plusieurs fois (e.a. dans la note 3 de la p. 7 du T. XVIII et dans la note 22 de la p. 161 du T. XX) que les lettres du pere Constantyn — et il en est de même pour celles du frère Lodewijk — font également défaut ainsi que, ce qui est bien regrettable, celles que Huygens adressa de Paris à son père.

[20]) On y trouve les noms des maitres suivants: Cornelis Langendelf (T. VI, p. 225, T. VIII, p. 413, 415) que Huygens désigne une fois par l'expression „votre Menard" (T. VI, p. 152), Dirck (prénom?), lunetier de l'Achterom — une rue de la Haye — (T. VIII, p. 390, 411), peut-être identique avec le „schoorsteenveger" (ramoneur), dont il est question aux p. 341, 362, 385 du T. VIII (à moins que cette dernière expression ne désigne un italien). Musschenbroek et Hartsoeker (T. VIII, p. 64), ainsi qu'Oosterwijk (T. VIII, p. 89, voyez sur lui le T. XVIII) ne sont mentionnés en 1678 qu'à propos des microscopes. Apparemment Constantyn mentionna aussi Spinoza plusieurs fois dans ses lettres, comme les réponses le font voir.

[21]) Nous avons toutefois cité aussi le titre neerlandais à la p. 250 du T. XVII.

[22]) P. 255 qui suit.

[23]) Opuscula postuma, p. 268, l. 11 d'en bas.

[24]) P. 259 qui suit.

qui semble indiquer qu'il entend parler de lentilles biconvexes, dont les rayons de courbure des deux surfaces auraient été de 120 pieds (ou davantage), tandis qu'en réalité il est question de lentilles à distance focale de 120 pieds, ce qui n'est pas tout-à-fait la même chose [26]).

La raison pour laquelle Huygens écrivit en néerlandais est-elle la meme que celle pour laquelle la Brève Instruction au sujet de l'emploi des horloges pour trouver les Longitudes orientales et occidentales (T. XVII) fut composée par lui dans cette langue? Voulait-il en premier lieu être entendu par les gens du métier néerlandais? Dans ce cas il aurait dû publier les „Memorien". Il semble que, quelle que fût la facilité avec laquelle il écrivait le latin et le francais, la véritable cause est qu'il ne voulait pas cette fois se donner la peine d'écrire dans une langue étrangère. De plus, il *correspondait* sans doute en français avec son frère Constantyn de même qu'avec les autres membres de sa famille; mais en taillant leurs lentilles conjointement les frères *causaient* évidemment en néerlandais [27]) et les expressions techniques néerlandaises leur étaient donc les plus familières; c'est ce qu'on voit par le fait que les p. 293—300 du T. XVII sont écrites en néerlandais et que dans ses lettres Huygens se sert parfois, à propos de la taille des lentilles, de quelques mots appartenant à la même langue [28]).

Le 19 avril 1685 [29]) Constantyn écrit que son frère a sans doute commencé à rédiger les Mémoires, ce que Christiaan confirme dans sa réponse du 23 avril [30]). En août de la même année nous voyons Constantyn en train de les copier [31]). Il est donc clair

---

25) Op. post. p. 270, l. 13 d'en bas.

26) L'indice de réfraction du verre n'étant pas toujours précisément 1,5: comparez la note 3 de la p. 252 qui suit. D'ailleurs les deux surfaces d'une lentille „de 120 pieds" peuvent aussi avoir des rayons de courbure inégaux: voyez la note 1 de la p. 294 qui suit sur une lentille biconvexe de 124 pieds dont les deux surfaces avaient apparemment des rayons de courbure de 204 et de 85 pieds respectivement. Il est vrai qu'en général les lentilles biconvexes de Huygens étaient sans doute de forme symétrique, comme les lentilles conservées le font voir.

27) Ou plutôt en flamand, comme ils disaient eux-mêmes.

28) P.e. dans la lettre du 4 avril 1682 à Constantyn (T. VIII, p. 346) „le Schuerschijf met de blockies" (traduit dans la note 1 de cette page par „le plateau à roder carrelé"; il s'agit, pensons-nous, du disque à roder muni de petites pierres bleues). Constantyn dans une de ses lettres de 1684 (T. VIII, p. 527) désigne la chambre du tour ou plus généralement le lieu où les frères fabriquaient leurs lentilles par le mot „Draeycamer".

29) T. IX, p. 590.

30) T. IX, p. 6.

31) T. IX, b. 591.

qu'ils furent achevés en 1685. Mais nous remarquons dans le Manuscrit que certaines additions y ont été faites par après, p.e. le passage qui se rapporte au verre de Bois-le Duc [32]) sur lequel on peut consulter aussi l'Appendice IV datant du 5 février 1686. Nous imprimons ces passages en italiques.

Dans le T. XVII nous avons publié les Pièces datant d'avant 1666 sur la Taille des Lentilles pour Microscopes et Lunettes à longue vue [33]); dans les Mémoires de 1685 il s'agit exclusivement de ce dernier genre de lentilles, plus précisément de la taille des *objectifs*, ainsi que, en premier lieu, de la fabrication et de l'achèvement des *formes* [34]).

Petites remarques sur la traduction française. Nous écrivons indifféremment „forme" ou „écuelle" quoique Huygens, en français, dise toujours „forme" (à moins qu'il ne dise „platine", p.e. à la p. 148 du T. VI). Le mot néerlandais „mal" qui se trouve déjà dans la première ligne des Memorien, a été traduit par nous par „platine", conformément à la terminologie de l'Appendice III qui suit [35]). Quant au verbe „slijpen", nous l'avons rendu diversement dans le présent Tome, de même que dans le T. XVII [36]), selon que le sens semblait l'exiger [37]). Ecrivant en français, Huygens emploie souvent, outre le mot „polir", le mot „doucir", mais non pas, comme nous le faisons tant ici qu'au T. XVII, le verbe „roder": il parle de „former" la lentille (ou plutôt „le verre") avant que de procéder au doucissage. Nous traduisons „beytel" [38]) par „ciseau" quoique Huygens (p.e. dans l'Appendice III qui suit) écrive „outil d'acier". Le „looper" [39]) — en latin „capulus" ou „capula" [40]) — auquel nous avons laissé dans le T. XVII son nom néerlandais [41]) a été désigné ici par l'expression „molette", forme moderne de „mollette" qu'on trouve e.a. à la p. 432 du T. VIII [42]).

[32]) P. 263 qui suit.
[33]) T. XVII, p. 287—304.
[34]) Schotelen ofte formen.
[35]) Dernier alinéa.
[36]) T. XVII, p. 293, note 6.
[37]) De même le verbe „opslijpen".
[38]) P. 257 qui suit.
[39]) P. 267 qui suit.
[40]) Chez Boerhaave „manubrium", mot qui d'ailleurs dans sa traduction a plusieurs sens.
[41]) T. XVII, p. 252 et ailleurs.
[42]) D'ailleurs à la p. 317 du T. VII et ailleurs Huygens écrit „molette".

Dans l'Appendice III Huygens parle de „formes de leton". Nous aurions donc pu traduire généralement „coper" par „laiton": il s'agit de cuivre jaune. Néanmoins nous avons écrit „cuivre" puisque Huygens se sert presque partout de l'expression „formes de cuivre" (voyez p.e. l'Appendice II qui suit). Qu'il s'agit bien de cuivre jaune, cela ressort des p. 106 et 112 du T. IX où le frère Constantyn parle de certaines formes de cuivre rouge disant: „je croy qu'a cela il n'y auroit point de mal", tandis que Christiaan répond que le cuivre rouge est „plus mol, et par consequent moins propre a bien doucir les verres" comme l'expérience le lui a appris.

Dans l'Avertissement des p. 248—258 du T. XVII nous avons donné un aperçu des méthodes des frères Huygens d'avant 1666. Nous y avons dit e.a. que ce ne fut pas avant 1665 qu'ils s'occupèrent de la fabrication des formes au tour[43]); les détails sur cette fabrication nous manquent. Mais on peut y voir comment avant ce temps ils *achevaient* les formes, e.a. d'après les conseils de van Gutschoven. Il s'agissait alors, du moins dans le cas des formes de Caspar Calthoff[44]) habitant alors Dordrecht, de formes de fer *forgées;* mais celles-ci s'achevaient e.a. au tour. Pour le rodage et doucissage des lentilles[45]) Huygens se servait de sable[46]) (comparez le troisième alinéa de la p. 249); de tripoli pour le polissage qui se faisait sur du papier collé dans la forme avec de l'amidon[47]). Il fallait polir à la main: différents appareils ne satisfaisaient pas[48]).

Quant à la nouvelle méthode de 1666 — antérieure au départ pour Paris — pour tailler et polir des objectifs de 8 ou 10 pouces de diamètre[49]), dont Huygens ne donne

[43]) T. XVII, p. 248, note 2.
[44]) Non pas Kalthoven, comme nous l'avons écrit à la p. 254 du dit Tome. Ce maitre est appelé Caspar Kaltoff par le Marquis de Worcester dans son „Century of Inventions" de 1663. Nous avons en effet fait voir dans notre article, mentionné aux p. 542 et 550 du dit Tome, que l'artisan néerlandais Calthoff (qui d'ailleurs retourna en Angleterre après son séjour à Dordrecht) est identique avec ce Kaltoff-là.
[45]) La p. 153 du T. VI, datant d'octobre 1667, nous apprend que déjà avant 1666 à la Haye Huygens faisait „une vis au derrière de la forme pour l'attacher sur le tour". Ici il n'est pas question de l'achèvement de la forme, mais de l'emploi de cette dernière pour le fabricage des lentilles.
[46]) T. XVII, p. 293, 299.
[47]) T. XVII, p. 253, 296.
[48]) Fig. 24—29 des p. 301—304 du T. XVII. Voyez à la p. 304 la remarque „nihil boni præstat".
[49]) T. VI, p. 23.

pas de détails[50]), il en parle encore dans une lettre de 1667[51]) fans qu'on puiffe voir en quoi elle confifte. Il eft parlé dans cette lettre de polir „sur le plomb"[52]), mais comme Huygens dit avoir apporté de Hollande une grande lentille — il eft queftion dans une lettre de septembre de verres de 8 pouces ou plus de diamètre, la fabrication defquels eft ou ferait „quelque chofe d'extraordinaire" — fort bien *doucie*, la nouvelle méthode (dont plus tard nous n'apprenons plus rien) n'était apparemment pas une méthode pour *polir*. Confiftait-elle — voyez la note 45 qui précède — dans le rodage et doucissement des lentilles dans des formes *tournantes*[53])?

Comme nous l'avons dit plus haut, Huygens ne travailla guère lui-même à Paris, mais il importe d'examiner en quoi les méthodes des Memorien de 1685 se rattachent à des procédés d'autrui, procédés nouveaux, ou du moins inconnus aux deux frères avant 1666, et qui sont certainement en partie des procédés parifiens. Cet examen ne faurait être que fuperficiel, mais il nous femble être de notre devoir d'hiftorien de ne pas nous y dérober.

Préparation des platines devant servir e.a. à achever les formes d'après le procédé de la Fig. 78. Deux platines fervent à cet effet, l'une convexe, l'autre creuse[54]) ou concave. Il f'agit bien entendu de plaques, ou plutôt de règles, de cuivre bordées au moins d'un côté, l'une et l'autre, par des arcs d'une circonférence de cercle, ou plutôt par des furfaces cylindriques. D'après la p. 254 qui fuit les deux platines font frottées l'une fur l'autre avec de l'émeri pour donner aux deux furfaces en queftion la forme cylindrique exacte. Ceci nous femble provenir de Lebas de Paris, puifque Huygens écrit en juin 1673 à propos de ce maître[55]): „Il fait premierement la regle de fer de pres d'un pouce en quarrè, et mefme une feconde regle creufe pour perfectionner l'autre en les frottant l'une contre l'autre avec de la poudre d'emeril. Pour tourner la forme, il fe fert etc.".

50) T. XVII. p. 259.
51) T. VI, p. 163 datant de decembre 1667.
52) Voyez aussi sur le polissage sur du plomb la p. 205 du T. VI.
53) Ceci n'était peut-etre pas chose fort commune: en juillet 1675 (T. VII, p. 485) Huygens ecrit a propos de Lebas apparemment comme un fait digne d'étre mentionne: Il fait tourner la forme dans la quelle il acheve ses occulaires.
54) C'est le mot généralement employé par Huygens.
55) T. VII, p. 311. Il est vrai que Lebas se sert de „fer" et Huygens de „cuivre".

Diamètre des formes. Memorien (p. 254 qui fuit): „Le diamètre des formes doit être inférieur de peu au triple du diamètre de la lentille qu'on veut tailler". Ceci ne provient-il pas également de Lebas? Huygens écrit[56]: „En poliffant [le verre] commence a reluire par tout egalement, et c'eft un des avantages des grandes formes, a ce que dit l'ouvrier, car dans les petites toufjours les bords demeurent un peu moins polis". Van Gutfchoven en 1653 n'avait recommandé les formes grandes par rapport aux lentilles que dans le cas où ces dernières font petites[57]).

Formes de cuivre jaune (Memorien, p. 256). Comme nous l'avons dit plus haut les frères, avant 1666, travaillèrent d'abord dans des formes de fer; à partir de 1658 il eft auffi queftion de formes de „metael", c.a.d. de cuivre jaune[58]), dont d'autres fe fervaient également[58]). En 1667 Huygens femble préférer le fer[59]). Eft-ce donc ici le fentiment de Conftantyn travaillant à la Haye qui a prévalu? (Il eft vray qu'en 1686, Appendice IV qui fuit, il eft de nouveau queftion d'une forme de fer.) Ou bien eft-ce, ici auffi, furtout l'influence de Lebas qui „fait ses formes *de cuivre*, bien grandes, jufques à contenir deux fois et demi le diametre du verre"[60])?

Achèvement de la forme au tour. La Fig. 78 de la p. 257 qui fuit qui fe rapporte à cet achèvement reffemble exactement à la Fig. 86 de l'Appendice III datant de 1682 (il y eft queftion d'une forme de laiton). En 1682 Huygens était de retour à la Haye. Il femble donc s'agir ici d'une méthode dont on fe fervait dans cette dernière ville.

Méthode pour empêcher la déformation de la forme par la preffion. On voit que le paffage de la p. 259 qui fe rapporte à ce fujet eft imprimé en italiques: c'eft donc un paffage ajouté après coup. Il eft vrai que déjà en 1673 Huygens écrivait[61]), après avoir vu que Lebas mettait fous la forme, pour l'empêcher de plier elle-même, „quelques ronds de carton qui obéiffent tant foit peu quand on travaille le verre": „Peut-eftre ne feroit-il pas mauvais d'y mettre par derriere une groffe croufte de

---

56) T. VII, p. 318, juin 1673.
57) T. I, premier alinéa de la p. 223.
58) T. XVII, p. 255.
59) T. VI, p. 153, datant d'octobre 1667. Il écrit à son frère Constantyn: „Pour la convexité de vostre lentille il est vray qu'elle est tant soit peu moindre que de celles que j'ay faites dans la forme de fer, ce qu'il faut attribuer au changement qui est arrivé à celle de cuivre qui s'est usée par le travail".
60) T. XVII, p. 311.
61) T. VII, p. 318.

plaftre pour la fortifier". Mais ce n'eft qu'en avril 1682 [62]) qu'il écrit: „Je caffe . . . pour jamais les 3 pieds fous la forme [il eft queftion de ces pieds à l'endroit des Memorien qui précède immédiatement le paffage ajouté], parce que je vois que lors qu'on preffe deffus pour polir, elle plie entre chaque deux pieds, et que cela empefche que le milieu du verre ne puiffe toucher. J'ay pofè maintenant la forme fur un cercle de terre à potier etc."

Ceci porte à croire (car comment Huygens aurait-il pu mentionner les 3 pieds dans ses Memorien après les avoir caffés pour jamais?) que l'œuvre était déjà écrite, au moins en partie, en avril 1682 et que la rédaction de 1685, dont il était queftion à la p. 243, confifta à l'écrire au net et à lui donner la forme définitive.

Achèvement ultérieure de la forme en la frottant avec une pierre munie de morceaux d'émeri et preffée par un bâton, pouvant lui-même être preffé par un reffort. Ce paffage de la p. 261 a été lui auffi ajouté après coup. La méthode du bâton qui preffe n'était pas inconnue aux frères Huygens travaillant en 1658 ou 1660 [63]). D'autres la connaiffaient avant eux: voyez le paffage du Journal de Beeckman que nous avons cité dans la note 3 de la p. 297 du T. XVII. Mais en ces endroits il ne s'agiffait pas du perfectionnement de la forme; ce que le bâton preffait, c'était — comparez la p. 269 qui fuit — la lentille décrivant fa route fur la forme tout achevée. Nous ignorons fi le bâton à reffort avait été antérieurement employé pour l'opération dont il f'agit ici.

Du choix du verre. C'eft dans cette partie (p. 263) qu'a été intercalé, comme nous l'avons déjà dit, le paffage fur le verre de Bois-le-duc. Vers la fin de juin 1685 Conftantyn parle de la poffibilité d'avoir du verre de cette verrerie, à commencer par un échantillon [64]). Cet échantillon fut apparemment obtenu en ou avant le commencement de février 1686 [65]) et à la fin d'avril les frères en reçurent une bonne quantité [66]). Comme Huygens ne mentionne que ce verre-ci et le verre vénétien (car c'eft de Venife que venaient les glaces; comparez la p. 256 du T. XVII) nous ne croyons pas devoir citer tous les paffages des lettres où il eft queftion d'autre verre.

[62]) T. VIII, p. 346.
[63]) T. XVII, p. 297—300. Voyez-y les Fig. 21 et 22.
[64]) T. IX, p. 15.
[65]) Appendice IV qui suit.
[66]) T. IX, p. 76.

Nous nous contentons de mentionner le verre anglais „pour les grands objectifs" dont il eſt parlé en 1682 [67]) et qui eſt dit être „bon" et avoir „fort peu de points", mais „d'une couleur fort ſombre et noiraſtre" [68]).

Meſure de l'épaiſſeur du verre. À la p. 267 Huygens dit qu'on meſure mieux cette épaiſſeur avec des poucettes qu'avec un compas crochu. Cette remarque a-t-elle quelque rapport avec l'obſervation de Conſtantyn d'avril 1685 [69]) que les „petites formes pour les oculaires nous trompent a chaque fois" puiſqu'il paraît douteux ſi ſon frère a „une methode ſeure de meſurer avec le compas la longueur de leur foyer"?

Douciſſage avec de l'émeri. Cette méthode de doucir ſemble être empruntée à Lebas, puiſque Huygens écrit en 1673 [70]), en ſoulignant ces mots: „Il doucit [le verre] avec de la poudre d'emeril tres fine". En 1669 Huygens douciſſait encore avec du ſable (Appendice II qui ſuit).

Au reste les frères ont tâché de trouver eux-mêmes la meilleure méthode, témoin le paſſage intercalé de la p. 273 et les paroles de Conſtantyn dans ſa lettre du 1 août 1685 [71]): „Je laiſſeray ouvert [en copiant les Memorien] l'endroit ou il faut parler du changement de l'emeril juſques a ce que nous nous ſoyons encore mieux determinés par l'experience etc."

Poliſſage. Le poliſſage ſur papier dont nous avons parlé plus haut (p. 245) n'eſt plus recommandé dans les Mémoires, ni généralement le poliſſage ſur quelque choſe de mol. Sur ce point Huygens ſe montre en 1685 d'accord avec Lebas [72]). Mais il ne compoſe pas comme lui [73]) le fond ſur lequel la lentille à polir décrira ſes va-et-vient.

Nouvelles machines de Huygens pour le poliſſage. Il eſt déjà queſtion d'une machine de ce genre en août 1683 [74]) où l'on voit que les frères avaient délibéré ſur ſa

[67]) T. VIII, p. 385 et 390.

[68]) On pouvait d'ailleurs se procurer aussi à Londres du verre „parfaitement blanc et presque sans points", mais c'était une espèce de verre italien puisque la verrerie avait un directeur de cette nationalité (T. IX, p. 121, 1687).

[69]) T. IX, p. 8.

[70]) T. VII, p. 311.

[71]) T. IX, p. 591.

[72]) T. VII, p. 311 (juin 1663): „Apres que [le verre] est douci, c'est maintenant le grand secret de luy donner le poli dans la mesme forme, sans y coller rien, car il est certain [d'après Lebas] que le papier ou quelqu'autre chose que ce soit de mol, gaste les verres quand il faut polir longtemps".

[73]) Même endroit.

[74]) T. VIII, p. 430.

conſtruction; le premier deſſin de Conſtantyn de ce temps fait défaut, mais on en trouve un deuxième à la p. 432 du T. VIII ainſi qu'un de Chriſtiaan du même mois (T. VIII, p. 434) et un de ſeptembre 1685 (T. IX, p. 26). Conſtantyn voyait une difficulté notable dans le premier projet „qui eſt que la pointe de fer attachée au levier et qui preſſe le verre [voyez cette pointe dans la Fig. 81] demeureroit tousjours perpendiculaire ſans la pouvoir faire pancher tantoſt d'un coſté, tantoſt de l'autre comme nous [en poliſſant à la main] faiſions pour empeſcher le tremblement" [75]). Bientôt [76]) il reconnait que Chriſtiaan a „evité ou ſurmonté la difficulté". C'eſt ce qu'on peut lire à la p. 285 qui ſuit en conſidérant ce que Huygens y dit ſur la main artificielle M de la Fig. 84.

Un deſſin de 1692 d'une autre forme de la machine a déjà été publié par nous à la p. 816 du T. XIII. Nous ajoutons aux Memorien la traduction françaiſe du texte latin correſpondant imprimé dans le T. XIII.

[75]) T. VIII, p. 431.
[76]) T. VIII, p. 432, également août 1683.

MÉMOIRES SUR LA TAILLE DE LENTILLES POUR LUNETTES À LONGUE VUE

[1685]

MÉMOIRES SUR LA TAILLE DE LENTILLES POUR LUNETTES À LONGUE VUE.

[1685]

DE LA FABRICATION DES ÉCUELLES OU FORMES.

Il faut d'abord faire une platine [1]) en cuivre [2]) dont la rigidité doit être proportionnée à la grandeur de l'écuelle. À cet effet on trace une partie de la circonférence de cercle déſirée ſur une plaque de cuivre, ce qui ſe fait au moyen d'un bàton pourvu d'une pointe de fer vers le bout et ayant une longueur égale à la longueur [ou diſtance focale] déſirée de la lentille ſuppoſée biconvexe [3]). Ou bien, lorſqu'il s'agit de fabriquer des écuelles de grande longueur [4]), on ſe ſert du calcul ſuivant. Suppoſez que la droite *ae* [Fig. 76] touche l'arc *ab*, partie de la circonférence de cercle correſpondant à l'écuelle ou forme et poſſédant par exemple un rayon de 36 pieds, autrement dit un diamètre de 72 pieds. Prenez des parties égales *ae*, *ee* d'un pouce chacune, juſqu'au delà de la demi-largeur de la forme; comme 72 pieds font à 1 pouce, ainſi ſoit ce der-

---

1) La platine dite convexe — „holle mal" par opposition à la platine concave ou „holle mal" dont il sera question plus loin — qui consiste en une plaque ou plutôt une régle de cuivre, plane de deux côtés, de la figure *ggbacg*, limitée d'un côté par la circonférence de cercle *bac* [Fig. 79] doit servir (voir l'alinéa suivant) à fabriquer, à l'aide du tour, une écuelle ou forme de bois, laquelle servira de modèle pour la fonte de la forme ou écuelle de métal dans laquelle s'opérera le rodage, et aussi le polissage, des lentilles. Voyez la note 6 sur l'achèvement de la figure de l'écuelle au tour.

2) Au lieu de „cuivre" nous aurions aussi pu écrire „laiton". On peut voir à la p. 292 qu'en 1669 Huygens parle d'une „forme de cuivre" (ce n'est pas, soit dit en passant, de la „platine" qu'il s'agit ici, mais d'une écuelle ou forme), tandis qu'en 1682 (Appendice III qui suit) il se sert de l'expression „forme de leton". C'est bien toujours de laiton ou cuivre jaune qu'il s'agit: comparez la p. 245 de l'Avertissement.

3) En effet, lorsque les deux surfaces de la lentille biconvexe ont le même rayon de courbure, ce qui est évidemment le sens du texte, et que l'indice de réfraction du verre est 1,5, la distance focale est égale au rayon de courbure (voir les p. 13 et 89 du T. XIII). Boerhaave dans sa traduction latine admet à tort que les mots „aen weder sijden geslepen" s'appliquent au *bâton*; il traduit: „utrinque fascia lævigatus".

4) C. à. d. servant au rodage et polissage de lentilles à grande distance focale, et possédant par conséquent elle-aussi un grand rayon de courbure.

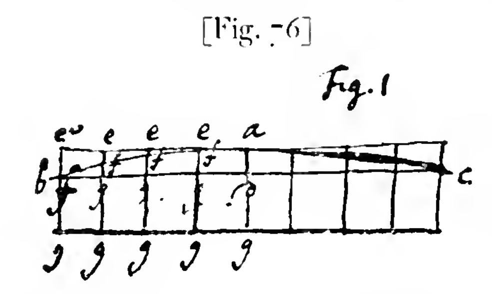
MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN VAN GLASEN TOT VERREKIJCKERS.

[1685]

VAN 'T MAECKEN DER SCHOTELEN OFTE FORMEN.

Men moet voor eerst een mal maecken van Coper [2]), stijf genoegh naer de grootte vande schotel, treckende het gedeelte van den circel die men begeert op een Copere plaet, door middel van een stock vande gerequireerde lenghde daer van men het glas begeert (zijnde aen weder sijden geslepen [3]) ende een ijsere pennetie op 't eijnde. Ofte wel, om schotels te maecken van grootte lenghde [4]), door uijtreeckeningh aldus... neemt dat de rechte linie *ae* [Fig. 76] is een tangens aen den boogh *ab*, gedeelte van des schotels circel, bij exempel van 36 voet radius of 72 voet diameter. Stelt de gelijcke deelen *ae*, *ee* ieder van een duym, tot wat verder als de halve breedte der schotel en gelijck 72 voet tot 1 duym, soo zij dese tot een andere kleijner

[Fig. 76]



nier à une autre ligne plus petite, ſavoir la première ligne *ef* à partir de *a*. Le quadruple de cette première ligne conſtitue la ligne *ef* ſuivante; la troiſième *ef* vaut 9 fois la première, la quatrième 16 fois et ainſi de ſuite ſuivant les nombres carrés. Retranchant enſuite des lignes *eg*, ſuppoſées longues d'un pouce, les nombres qui expriment la longueur des [5]) lignes nommées *ef*, leſquelles ſont trop petites pour être priſes entre les pointes d'un compas, on a les parties *fg*; après les avoir portées au moyen d'une règle diviſée ſur les lignes *gg*, on tracera par les points *ff* l'arc *aff*, et l'on fera la même choſe de l'autre côté de la ligne *ad*. Cette platine ayant été limée de manière à lui donner la forme de la circonférence tracée, il faut enſuite tracer et limer à ſon image une autre platine concave et les frotter l'une ſur l'autre avec de l'émeri juſqu'à ce qu'elles s'emboîtent exactement l'une dans l'autre; à cet effet l'une des deux platines doit être clouée ſur une planche.

Pour pouvoir fondre les formes il faut fabriquer au tour une forme de bois d'après la platine prénommée, du moins lorſqu'il s'agit de fondre une forme de cuivre aſſez concave. Car pour fabriquer des écuelles de 20 ou 30 pieds ou davantage, il ſuffit de faire couper d'une planche plane un cercle de la grandeur et de l'épaiſſeur déſirées. *Cependant même dans ce cas on aura beſoin des platines pour achever au tour les formes fondues, comme il ſera dit plus loin* [5]) [6]).

Les formes ne peuvent guère être d'un cuivre trop épais. Nous avons conſtaté qu'une forme d'un demi-pouce d'épaiſſeur et d'un diamètre de 14 pouces, ſervant à fabriquer des lentilles de 36 pieds [8]), avait une épaiſſeur convenable, étant attachée avec du ciment dur de poix et de cendres ſur une pierre ronde de l'épaiſſeur d'un pouce; *ce dont nous parlerons plus loin* [5]) [9]).

Le diamètre des formes doit être inférieur de peu au triple du diamétre de la lentille qu'on veut tailler [10]). Nous indiquerons plus loin la meſure exacte des diamètres. Pour fabriquer des lentilles courtes [c. à. d. à petite diſtance focale] la forme doit avoir des dimenſions un peu plus grandes par rapport à la lentille pour permettre aux mains pendant le poliſſage un mouvement aſſez ample.

---

[5]) Nous imprimons en italiques dans le texte néerlandais, et généralement aussi dans la traduction française, les parties visiblement ajoutées plus tard; la couleur de l'encre les distingue nettement du texte primitif.

[6]) Voyez sur la correction de la figure de l'écuelle (note 1) à l'aide du tour et des platines convexe et concave les p. 257 et 259 qui suivent [Fig. 78 et 79].

[7]) Le mot „hebben" fut intercalé à la place de deux mots biffés précédant le mot „wij"; les mots „sterckte hadde" remplacent également une leçon primitive.

[8]) C. à. d. des lentilles dont la distance focale est de 36 pieds. Boerhaave, nous l'avons déjà dit dans l'Avertissement, parle à tort de „vitra quorum *diameter* triginta sex pedum".

[9]) Voir la p. 258 qui suit.

[10]) Voyez cependant, à la p. 298 qui suit, la remarque finale de l'Appendice IV.

linie, welcke is *ef*, d'eerste van *a* af te rekenen. dese 4 mael is voor de volgende *ef*, en 9 mael genomen is voor de derde *ef*, en 16 mael voor de vierde en soo voorts volgens de quadraet getallen, als men nu *de getallen* [5]) deser [5]) deeltjes *ef*, die te kleijn sijn om met de passer gevat te werden, af treckt van *eg*, die een duijm langh gestelt werden, soo heeft men de deeltjens *fg*, welcke op een verdeeldt liniael genomen en gestelt op de linie *gg*, soo sal men door de punten *ff* den boogh *aff* trecken en van gelijcken doen aen d'andere sijde van *ad*. Dese mal sijnde afgevijlt, volgens de getrocken circumferentie, soo moet naer deselve een andere holle mal getrocken en gevijlt werden, en die beijde met ameril in malkander geschuyrt tot dat net in een komen te passen, sijnde daer toe een derselve mallen op een planck gespijckert.

Om de schotels te gieten moet men volgens de voors. mall een forme van hout draeijen om de schotel van Coper naer te gieten, indien die eenighsins wat diep hol sal sijn. Want voor schotels van 20, 30 of meer voeten, is het genoegh een rondt van een vlacke planck te doen maecken vande groote en dickte die men begeert. *doch de mallen sijn nochtans noodigh tot het draeyen der gegotene schotels, als geseght sal werden* [5]) [6]).

De schotels konnen niet licht te dick van Coper wesen. wij hebben [7]) bevonden dat eene van $\frac{1}{2}$ duijm dickte en van 14 duym diameter, dienende om glasen van 36 voet [8]) te maecken, bequaeme stercktc hadde [7]), sijnde vast geset op een ronde steen van een duijm dickte met harde cement van pick en asse: *waer van hier nae noch geseght sal werden* [5]) [9]).

De diameter van de schotels behoort te wesen weijnich minder als drijmael den diameter van het glas dat men wil slijpen [10]). van welcke diameters haer maet hier nae sal geseght werden. In korte glasen moet de schotel naer advenant wat grooter wesen om de handt genoegsame bewegingh in 't slijpen te geven.

La forme ayant été fondue on fera fabriquer, afin de la pouvoir monter fur le tour, une épaiffe plaque ronde de cuivre [Fig. 77] d'un diamètre de 3 à 4 pouces pourvue d'une vis s'adaptant à l'axe de cuivre du tour.

On attache cette plaque ronde avec de la foudure d'étain à la face poftérieure de l'écuelle, laquelle doit en cet endroit avoir été rendue par la lime bien plane et bien parallèle à la circonférence de devant, pour qu'étant placée fur le tour l'écuelle tourne fur elle-même ou peu s'en faut [12]).

Pour tourner maintenant les écuelles *d'après la figure requife* on cloue la platine concave fur une planche bien plane, attachée à une tête de bois placée fur le tour devant l'écuelle, le côté concave de la platine fe trouvant du côté qui ne regarde pas cette dernière [Fig. 78 et 79]. Tout contre cette platine-là on fait mouvoir la platine convexe, laquelle eft attachée avec de petits clous (dont on lime les têtes de manière à les rendre plates, afin qu'ils ne failliffent pas) au côté inférieur d'une planchette dont le mouvement eft guidé, outre par la platine convexe, par deux goupilles dont la longueur, pour autant qu'elles font en faillie, égale fon épaiffeur. À un côté de la même planchette, qui doit dépaffer la platine concave de manière à atteindre à peu près l'écuelle, le cifeau [14]) avec lequel on veut achever cette dernière, eft attaché avec une vis à bois [15]); on peut, fuivant les exigences de l'inftant, faire mordre le cifeau fur l'écuelle ou bien l'en tenir écarté. Le tranchant doit être placé fuivant un diamètre de l'écuelle.

Or, pour favoir fi la platine concave eft parallèle à la furface de l'écuelle montée fur le tour avec la queue fufdite [17]), on laiffe toucher, du côté oppofé à celui où fe trouve le tourneur, l'extrémité du cifeau à un point de cette furface, enfuite, après avoir déplacé le cifeau avec fa planchette jufqu'au côté oppofé au précédent, où il fe trouve à égale diftance du centre, et après avoir tourné l'écuelle de 180°, on regarde fi le cifeau touche de nouveau l'écuelle au même point. S'il en eft ainfi, c'eft bien. Mais s'il en eft autrement, on peut y rémédier en modifiant quelque peu à coups de

---

[11]) Il manque un mot dans le manufcrit par fuite d'une déchirure.

[12]) Toute cette partie imprimée en italiques a été intercalée plus tard (comparez la note 5), mais elle correspond quant au sens avec une partie biffée à la page précédente du manuscrit, où Huygens a écrit en marge: „dit pag. sequ." c. à. d. ceci à la page suivante).

[13]) Leçon primitive (au lieu de: „næ de figuer"): „verder".

[14]) Huygens écrit: „l'outil d'acier" (p. 293 qui suit).

[15]) Huygens écrit „vis de bois" (même endroit).

[16]) On lit dans la Fig. 78: steert (queue), schijf (disque), bril (lunette), schotel (écuelle), vaste mal (platine fixe), schuyvende mal (platine mobile), schroef (vis), beijtel (ciseau), planckje bovenop de schuijvende mal (planchette attachée à la platine mobile), hooft van de draeijbanck (tête du tour).

[17]) Comparez le début de la note 16.

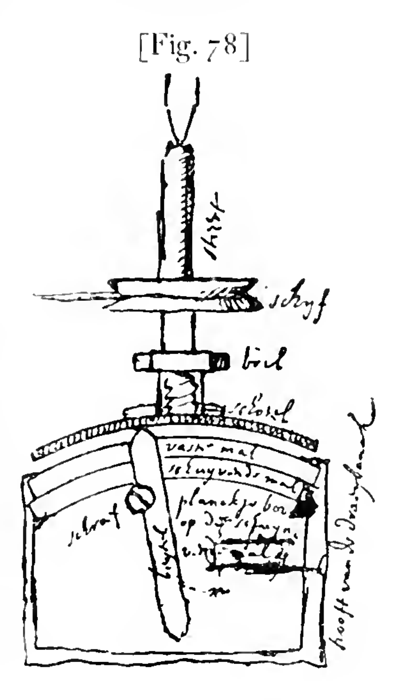
[Fig. 77]



De ſchotel gegoten ſijnde ſal men om deſelve op de draeybanck te ſetten doen maecken een ſtercke kopere ſchijf [Fig. 77] *van 3 a 4 duym diameter met een ſchroef daer aen die paſt in de koopere bos van de draeijbanck, deſe ſchijf* ſoudeert men met tin ſouduer. achter tegen de ſchotel, die op die plaets wel plat gevijlt moet weſen en parallel met de voorste circumſerentie, opdatſe recht loope op de draeijbanck of altijdt niet [verre] [11]) daer van daen [12]).

Om nu de ſchotels nae de ſiguer [13]) te draeyen, ſpijckert men de holle mal op een effen planck, vaſtgemaeckt op een houten hooſt dat op de draeybanck voor de ſchotel ſtaet, de holle ſijde van de ſelve mall ſtaende vande ſchotel af [Fig. 78 et 79]. Tegens deſe mall doet men de bolle mall ſchuijven, ſijnde vaſt gemaeckt met ſpijckertjes (die men de hooſden vlack af vijlt om niet uyt te ſteken) tegen de onderſijde van een planckje, twelck behalven op deſe laetſte mal noch op 2 pennetjes ſchuijſt die ſooveel als deſe dickte uytſteeken. Op dit ſelve planckje 't welck over de holle mal moet heen komen, tot dicht bij de ſchotel, werdt de beijtel, daer men mede draeijen wil, met een houtſchroef van ter ſijden vaſt gemaeckt, en naer eyſch van of aen de ſchotel gebracht. de ſnee moet in den diameter van de ſchotel komen.

[Fig. 78]



En om te weten of de holle mal parallel leght met de ſuperſicie van de ſchotel die met de voors. ſteert op de draeybanck ſtaet; ſo laet men het uijterſte van de beijtel raecken aen een punt van de ſelve ſuperſicie naer de buytekant nae de ſijde van den draeyer, en dan den beijtel verſchoven hebbende met ſijn planckje tot aen de tegenoverſtaende ſijde, even veer van 't center, en draeyende de ſchotel een halve tour om, ſiet men of de beijtel weder aen 't ſelſde punct vande ſchotel raeckt. t welck geſchiedende, is het wel. Maer indien niet, ſoo kan men het helpen met het hooſt een weynigh te verkloppen. Maer het is beſt de holle mal, als die maer aen een zijde is vaſt geſpijckert, te exa-

marteau la position de la tête [18]). Ce qui vaut le mieux c'est d'examiner de la manière indiquée si la platine concave est bien centrée alors qu'elle n'est encore clouée que d'un seul côté: sinon, on peut mieux la centrer et achever ensuite le clouage. Il faut en tout cas examiner la chose pendant le tournage ce qui se fait sans peine; car si la platine concave n'était pas bien centrée, l'écuelle prendait une forme pointue [19]) au milieu, soit en saillie soit en creux. Les trous dans les platines où passent les clous doivent être larges et éloignés du côté limé, afin que par l'enfoncement des clous et la dilatation correspondante du cuivre la figure des platines ne soit pas gâtée.

La lunette (note 16) ainsi que le tour doivent être forts et rigides, incapables de vaciller, sinon il en résulterait des raies et des inégalités dans la figure de l'écuelle.

L'écuelle ayant été achevée au tour aussi bien que possible, on la sépare de la queue en plaçant cette dernière sur des charbons ardents qui font fondre la soudure.

Comme cet achèvement des écuelles au tour, ainsi que la soudure et la fonte finale de cette dernière, donnent beaucoup d'embarras, il importe de savoir qu'on peut obtenir des écuelles plates, ainsi que des écuelles pour de très longues lentilles, savoir de 120 pieds et davantage, sans les fabriquer au tour: après qu'elles ont été fondues, on peut d'abord aplanir leurs surfaces sur la meule dont les tailleurs de pierres se servent pour polir le marbre, et pour rendre ensuite l'écuelle tant soit peu concave, autant qu'il en est besoin, on peut se servir de pierres avec de l'émeri; on prendra d'abord une pierre égale à la moitié de l'écuelle environ, et ensuite une autre presqu'égale à cette dernière, et l'on mesurera la concavité calculée avec un fil de fer sous une règle. Pour frotter et achever ainsi les écuelles avec de l'émeri après qu'elles ont été aplanies à l'aide de la meule ou tournées sur le tour, on commence par les attacher avec du ciment dur de poix et de cendre au disque de pierre *qui a l'épaisseur d'un pouce et est presqu'égal en grandeur à la forme; à cet effet on chauffe d'abord la forme pour qu'elle s'unisse plus fortement au disque*. Celui-ci est supporté par trois petits pieds faisant corps avec lui et dont la longueur est comparable à la largeur d'un brin de paille. *Le disque de pierre reste attaché à la forme, après que celle-ci a acquis la figure qu'elle doit avoir; ceci est nécessaire pour maintenir sa rigidité durant le rodage et le polissage: sans ce soutien l'écuelle, quoique reposant sur trois pieds, plierait par l'effet de son propre poids, ce que nous avons constaté par le fait que lorsque nous déplacions ou ôtions les pieds, les lentilles y adhéraient tantôt plus tantôt moins. Il ne faut donc aucunement négliger ce moyen de rendre les écuelles rigides en les tenant fermement attachées; c'est un point fort considérable.*

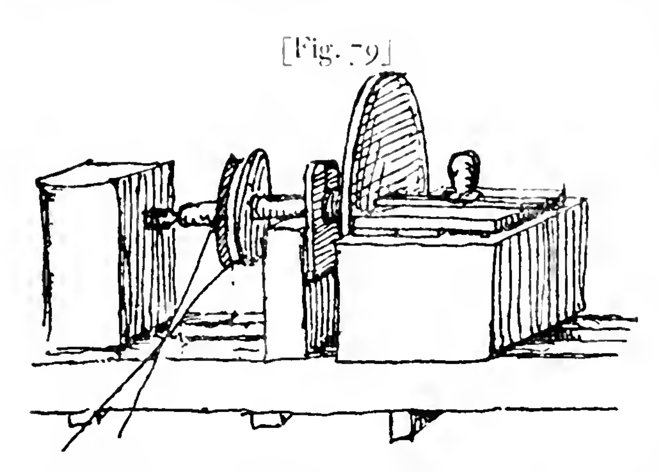
---

[18]) Comparez la fin de la note 16.

[19]) Boerhaave dans sa traduction donne à tort, croyons-nous, un autre sens au mot „punt" disant que l'écuelle pourrait devenir concave ou convexe „ad hoc illudve punctum".

mineren op de voors. manier of die recht ftaet, konnende anders gerecht werden en dan voort vaft gefpijckert. Men moet defe proef altemet in 't draeyen eens nemen, 't welcke fonder moeijte gefchiet. Want indien de holle mall niet recht en ftondt foude de fchotel eenighfins met een punt [19]) in midden hol of bol werden. De gaten in de mallen daer de fpijckertjes doorgaen, moeten ruijm fijn, en niet dicht aen de geflepe kant derfelve, op dat door het inflaen der fpijckers de figuer van de mallen niet valsch en werde door 't uijtfetten van 't koper.

[Fig. 79]



Den bril foo wel als de draeybanck moeten fterck en ftijf wefen, fonder te konnen dreunen, alfoo anders flaghen en ongelyckheden in de fchotel komen.

De fchotel alfoo foo net als mogelijck gedraeijt fijnde, doet men de fteert daer af, leggende die op heete koolen, die de foudure doen fmelten.

Dit draeyen der fchotelen, en vaft en los fouderen, veel moeyten hebbende, foo is te weten dat men vlacke fchotels, als mede tot feer langhe glafen van 120 voet of meer kan hebben fonder die te draeijen, doende defelve, naer dat gegoten fijn, vlack flijpen op de fteenhouwerfmolen, daer fij de marmerfteenen op flijpen. Want om de fchotel foo weijnigh als van nooden is uyt te hollen, dat kan men met fteenen met ameril te weegh brengen; eerft met half foo groot ontrent als de fchotel, en daernae met bijnae van de fchotels groote. metende de berekende diepte met een yfere fnaer onder een liniael. Om de fchotels aldus met ameril te fchuren, nae dat op de molen geflepen fijn, of op de draeybanck gedraeijt, foo plackt men die eerft op de ronde fchijf van fteen, *die een duym dick en weinigh kleijnder als de fchotel is*, met hardt cement van pick en as, *warmende eerft de fchotel om te beter vaft te houden*. Aen defe fteen fijn 3 pootjes een ftroobreet uijtftekende, gelaeten, om op te ftaen. *Defelve fteen blijft voorts aen de fchotel vaft, nae dat defe perfect gemaeckt is, want dit is nodigh om defelve te ftijven in 't flijpen en polijften. Want fonder dit foo fonde de fchotel, al hoewel op 3 pooten ruftende, door haer eyghen gewicht doorbuijgen t welck wij bevonden hebben door het verfcheijde klemmen der glafen naer dat men de poten verfette of wegh nam. foo dat dit opplacken en ftijven der fchotels geensins moet verfuijmt werden, en een feer confiderabel point is.*

Pour préparer les pierres à émeri dont il était question plus haut, l'on pile du bon émeri et l'on choisit en le triant des morceaux de la grandeur de petits pois.

Ensuite on prend une bande de papier épais qu'on lie avec une ficelle tout autour de l'écuelle de sorte qu'il s'élève partout d'un pouce au-dessus d'elle. Il faut posséder un disque de pierre un peu plus petit que l'écuelle. Après avoir mêlé une quantité suffisante de poix avec autant de cendre qu'elle en peut contenir, on chauffe la pierre et on y verse, avec une cuiller, un peu de la poix préparée, laquelle on verse ensuite aussi sur toute l'écuelle qui doit d'abord avoir été enduite de savon; il faut en outre y avoir mis trois petits morceaux de bois dont la hauteur indique l'épaisseur désirée de la couche de poix. On prend alors la pierre par deux des quatre manches de bois, ou plutôt de pierre, qu'on y a collés avec du ciment, *ou bien on la tient suspendue à une ficelle qui passe aussi en se croisant au-dessous de l'écuelle*, et on la met sur la poix qu'on a versée dans cette dernière; ensuite on laisse refroidir le tout après quoi l'on peut enlever la pierre de l'écuelle, soit directement par un mouvement glissant soit après avoir donné avec un marteau de bois quelques gentils coups contre le bord. Ceci étant fait, on répand sur la poix attachée à la pierre un certain nombre des morceaux d'émeri dont nous avons parlé lesquels on y fixe, en appuyant quelque peu, avec une petite pelle plate en fer, épaisse d'un tiers de pouce environ, qu'on a fait légèrement roûgir au feu et qu'on passe sur toute la pierre *en se gardant toutefois de faire fondre l'émeri trop profondément.* Après cela on chauffe un peu auprès du feu la pierre tout entière et on la met ainsi sur l'écuelle de sorte que la croûte d'émeri en acquiert la forme. Avec cette pierre, lorsqu'elle s'est refroidie, on frotte l'écuelle à sec jusqu'à ce que toutes les raies circulaires provenant du tournage aient disparu. *Et pour mettre en œuvre une plus grande force on attache la pierre à un long bâton un peu courbé, fixé en haut ou pressé de haut en bas par un ressort; on peut confier ce rodage à deux valets.* Grâce à la grande quantité de cendre mêlé à la poix l'émeri reste longtemps tranchant. Autrement, le ciment n'étant pas assez dur, il arrive que par la chaleur du frottement les petits morceaux d'émeri se déplacent quelque peu et glissent par conséquent sur l'écuelle sans y mordre. C'est pour cette raison surtout que le ciment doit être dur, qu'il doit contenir autant de cendre que possible.

Lorsque cet émeri commence à s'émousser, on répand un peu de poudre d'émeri sur l'écuelle de sorte que l'ensemble redevient *quelque peu* tranchant. Toutefois si les morceaux d'émeri sont une fois bien durs, ils restent toujours tranchants.

Or, pour donner la dernière perfection à l'écuelle et surtout pour l'y maintenir toujours par après sans qu'elle se déforme, on prend la même pierre ronde [20]) et après en avoir ôté par fusion la poix et l'émeri, on y attache différents morceaux, longs environ d'un pouce, de la pierre à aiguiser bleue dont se servent pour polir le cuivre les horlogers et les graveurs.

[20]) Boerhaave traduit, apparemment par inadvertance: „tollatur de lapide".

Om de voorschreven steenen met ameril gereet te maecken, soo stampt men goede ameril, en sift daer uyt stucken soo groot als kleijne erweten.

Voorts neemt men een reep dick papier, en bint die met een touw rondom de kant van de schotel, soo dat een duijm breet boven de superficie uijtsteeckt. Dan heeft men een ronde schijf van steen, een weynigh kleynder als de schotel: en hebbende een behoorlijcke quantiteyt gesmolten pick met assche gemenght soo veel als daer in magh, maeckt men de steen warm en doet daer op, met een lepel, wat van deselve pick, gietende die voorts over de gansche schotel, die eerst met seep gesmeert moet sijn, en drij kleijne stuckjes van hout daer op geleght, van soodaenighe hooghte als men de pick dick wil hebben. Als dan set men de steen (vattende die bij twee vande vier houte, of liever steene, handvatten, die men daer te vooren heeft op geplackt met cement, *of aen een toutjen hangende dat in 't kruijs onder de schotel doorgaet)* op de pick die op de schotel gegoten is, en laet alles te saemen kout werden, soo dat men de steen van de schotel kan schuijven, of met een weynich te kloppen tegen de kant met een houten hamer, los maecken. 'T welck gedaen sijnde, stroyt men op de pick die op de steen vast sit, van de voors. ameril en doet die daerop vast sitten met een weynigh te douwen met een plat ijsere schoppie, ontrent $\frac{1}{3}$ duijm dick, 't welck eenighsins gloeijende gemaeckt is en daer men de heele steen mede over gaet. doch lettende dat de ameril niet al te diep in en smelte. Daer nae warmt men de gansche steen een weynigh tegen het vier, en set die soo op de schotel, waer van alsoo de korst van ameril de form krijght. Met dese steen koudt geworden sijnde schuyrt men de schotel droogh, tot dat al de ringhen van 't draeyen daer uyt sijn, *en om meerder kracht te gebruijcken set men op de steen een langhe stock die wat gebogen is en boven vast gemaeckt, of van boven met een veer aen gedruckt werdt, en men set 2 knechts hier aen, om te schuren.* De meniehte van assche in de pick gemenght maeckt dat dese ameril langh scherp blijft, want anders soo gebeurt door dien het cement niet hard genoegh is, dat de stuckjes ameril door de warmte van t schuren eenighsins haer versetten, en soodanigh dat sonder de schotel te vijlen daer over glijden. Daer om voor al het cement hardt moet wesen met soo veel assche daer in als moghelijck is.

Als de ameril begint stomp te werden, doet men een weynigh poeijer van ameril op de schotel, daer mede die weder *eenighsins* scherper werdt, doch als 't eenmael wel hardt is, soo blijft de ameril altijdt snijdende.

Om nu de schotel de laetste perfectie te geven, en voornementlyck om die voorts altijdt sonder te verloopen te onderhouden, soo neemt men deselve ronde steen [20]), en de pick en ameril daer af gesmolten hebbende, beset men die met stucken, ontrent een of twee duijmbreet langh, van blaeuwe slijpsteen daer mede de horloge maeckers en plaetsnijders het koper polijsten.

Ces petites pierres bleues doivent d'abord être mises en place, avec d'affez petits intervalles, et légèrement attachées à l'écuelle avec de l'amidon fluide *ou du favon. Enfuite il faut de nouveau lier circulairement autour de l'écuelle une bande de papier* et puis verfer entre les pierres du fable fec jufqu'à $\frac{3}{4}$ de leur hauteur ou jufqu'à $\frac{2}{3}$ d'icelle fi elles ne font que d'un pouce. On agite alors l'écuelle jufqu'à ce que le fable foit également réparti, *ou bien l'on fouffle à cet effet avec un foufflet*. Il faut avoir bien égard à ne pas mettre les pierres dans l'écuelle avec leurs filaments debout mais toutes couchées, vu qu'autrement elles ne s'ufent pas affez en paffant fur l'écuelle. Sur elles on verfe du ciment dur et pendant que celui-ci eft encore chaud [21]) on y pofe le disque de pierre, enfuite on laiffe refroidir le tout. Avec ces pierres bleues on porte l'écuelle à la perfection, ce qu'on reconnaît à ce fait qu'étant effuyée et fèche elle reluit partout également lorfqu'on la regarde obliquement à la clarté du jour.

Lorfqu'on met de côté ces difques couverts de pierres bleues il faut que les pierres foient vers le haut et qu'aucun objet ne fe trouve fur elles afin qu'elles reftent où elles font fans fe déplacer du tout. Pour la même raifon il faut auffi avoir foin de les garder en été dans une cave, puifque fous l'influence de la chaleur elles fe déplacent auffi par leur propre poids. C'eft pourquoi ici auffi il faut faire le ciment auffi dur que poffible avec des cendres ou de la pierre pilée.

DU CHOIX DU VERRE

Le verre le plus blanc eft affurément le meilleur, à caufe de fa clarté, f'il poffède les autres qualités requifes. Mais souvent le verre entièrement blanc a un certain manque d'homogénéité ou bien des veines; il peut arriver auffi qu'il fuinte et fe mouille fpontanément. C'eft pourquoi généralement c'eft le verre qui, vu de côté, fe montre jaunâtre, rougeâtre ou glauque qui eft le meilleur. Chez nous on n'a pas de verre fupérieur à celui provenant de glaces brifées.

N.B. Depuis que ceci fut écrit nous avons pu nous procurer du verre très bon et fort clair d'une verrerie établie à Bois-le-Duc. La matière eft celle dont on fabrique des bocaux; elle fe montrait la meilleure lorfqu'elle avait été en repos durant un ou deux jours fans être agitée ou employée pour la fabrication, comme il en était à l'occafion de certains jours de fête. On faifait les pièces pour nous de la même manière qu'on fabrique celles deftinées aux glaces et miroirs, favoir de fphères creufes coupées en bas, puis ouvertes latéralement, enfuite coupées en haut et réduites à la forme plane en les laiffant repofer dans une grande chaleur fur une furface plane. Ces pièces avaient une épaiffeur de $\frac{1}{2}$ *ou* $\frac{3}{4}$ *pouce. Nous leur faifions donner des furfaces plus rigoureufement planes ainfi qu'une épaiffeur uniforme à l'aide de la meule des tailleurs de pierre. Dans la verrerie chaque pièce coûtait un ducaton* [22]).

[21]) Boerhaave traduit, apparemment par inadvertance: „Deinde supra hæc funditur cæmentum durum *calidum valde* [nous soulignons], & discus lapideus rotundus his imponitur etc."

[22]) Boerhaave omet cette dernière phrase, non sans raison nous semble-t-il.

Dese steentjes moeten eerst geleght werden, en eenighsins vast gemaeckt op de schotel, met natte stijssel *of seep* en dat redelijck dicht bij malkanderen, *dan weder een papieren randt om de schotel gebonden* en tusschen de steenties gegoten droogh sandt tot op ¾ vande hooghte vande steentjes, of op twee derde part, als se maer van een duijm sijn, en dan schudt men de schotel tot dat het sandt over al gelijck gaet sitten *of men blaest met een blaesbalck*. Doch moet wel gelet werden dat de steentjes geleght werden op de schotel niet endelinghs draets, maer alle over sijds, alsoo andersins niet wel af nemen in 't schuijven. Hier over giet men van het harde cement, en noch heet sijnde [21]) leght men de ronde steen daer op, en laet alles kout werden. Met dese brenght men de schotel voorts tot perfectie, dewelcke men daer aen kent, dat droogh af geveeght sijnde, overal gelijck blinkt, als men die schuijns tegen den dagh siet.

Dese schijven met blaeuwe steen weghsettende moeten de steenen boven staen, sonder dat daer iets op legghe, op dat die blijven sonder eenighsins sich te versetten. En men moet oock om de selve reden verdacht sijn van deselve in de somertijdt in een kelder te bewaeren, om dat alleen door haer eyghen gewight sich versetten door de warmte. Daerom moet men oock dit cement soo hard maecken met assche of gestampte steen als 't moghelijck is.

VAN DE VERKIESINGHE VAN 'T GLAS.

Het witste glas is wel het beste, om reden van sijn klaerheydt, als het de andere behoorlycke qualiteyten heeft. Maer dickwils heeft het gansch witte eenighe ongelyckheydt van substantie ofte aderen, of het sweet en werdt vochtigh van sich zelfs. Daerom is het beste gemeenlyck, dat wat geelachtigh, rosachtigh, of seegroen van couleur is, als men daer van ter sijden door siet. Men heeft hier te lande geen beter als dat van gebroocke spiegels.

N.B. Wij hebben sedert seer goed en klaer glas gekregen uijt een glashuijs tot s'hertogenBosch, sijnde de materie de selfde daer de drinkglasen af gemaeckt werden, doch de beste wanneer die een dagh of twee, sonder roeren of daer uyt te wercken, gestaen hadde, als bij feestdagen. Men maecken de stucken voor ons, als die daer men spiegels van slijpt te weten van holle bollen onder den bodem af gesneden en van ter sijden geopent en dan boven afgesneden en op een plaet laten plat werden in de hitte. Dese stucken die ½ duym en ¾ duijm dick waren lieten wij op de steenhouwers marmermolen plat en van eenparige dickte slijpen. Ieder stuck koste in 't glashuijs een ducaton [22]).

Pour découvrir le mieux les veines du verre il faut regarder à travers fort obliquement à l'encontre de la lumière du jour avoisinant à un lieu obscur. De cette façon on examine les morceaux de glaces polies; mais comme il arrive rarement qu'on en trouve d'assez épais et qu'il faut donc prendre des morceaux de glaces non polies, on leur fait d'abord donner par un lunetier une épaisseur uniforme et des surfaces planes suffisamment polies pour pouvoir examiner de la manière susdite si la matière est bonne.

Il y a quelquefois des veines dans le verre qui ne nuisent en rien, n'étant que comme des fils fins. Nous possédons de très bonnes lentilles où il y en a de tels.

Il existe aussi du verre dans lequel on ne voit pas de défauts en se servant de la méthode décrite, lesquels on aperçoit cependant lorsqu'après le polissage on l'examine par réflexion; ce qui se fait comme suit. Dans une chambre obscure on place la lentille debout sur une table, estrade de fenêtre ou ailleurs, la surface suspecte étant celle qui est la plus éloignée de l'observateur. Prenant alors une chandelle en mains, on la laisse se réfléchir dans la lentille *de telle manière que la réflexion de devant occupe toujours le milieu du verre, et l'on marche à reculons jusqu'à ce que la réflexion de derrière commence à renverser la chandelle et que la lentille est entièrement lumineuse; c'est alors qu'on distingue le mieux les veines et autres défauts du verre ainsi que l'imperfection résultant de la taille. Lorsqu'il s'agit d'une lentille à grande distance focale, de 40 pieds ou davantage, on se sert d'une petite lunette de 3 à 4 pouces pour découvrir les défauts par la réflexion susdite.*

DE LA PRÉPARATION DES VERRES ANTÉRIEURE AU RODAGE DES SURFACES.

Pour les lentilles de grande distance focale, de 30 pieds et davantage, on se sert le plus souvent de glaces non polies, en considération de leur épaisseur. Le verre de ces glaces étant encore rude, on laisse égalir par un lunetier les surfaces et l'épaisseur d'un morceau notablement plus grand que la future lentille, faisant donner en même temps à ce verre un poli superficiel. Ceci dans le but de voir s'il ne s'y trouve pas de veines ou du moins si l'on peut les éviter de sorte qu'ils ne viennent pas dans l'ouverture de la lentille. Pour ce lissage on emploie des plaques de fer fondu lesquelles sont à vendre chez les marchands de fer et qu'on fait aplanir au moyen de la meule des tailleurs de pierre. Ensuite on trace sur le morceau de verre avec un compas à diamant une circonférence de cercle du diamètre voulu, puis encore une autre circonférence concentrique avec elle et plus large de la demi-largeur d'un brin de paille. On trace en outre deux mêmes circonférences sur l'autre côté du verre, précisément opposées aux premières, au moyen du verre-à-circonférences dont nous parlerons ci-après.

Lorsqu'il est nécessaire de couper de grands morceaux on peut le faire avec un fer chaud. Sinon on coupe avec de fortes poucettes, en les ouvrant tout juste autant qu'il le faut pour embrasser l'épaisseur du verre. Il ne faut pas couper en dedans de la circonférence extérieure mais enlever les inégalités restantes sur une pierre à aiguiser tournante, d'abord les arêtes vives, ensuite les inégalités moyennes; ceci pour qu'il

Om de aderen in het glas best te ontdecken, moet men daer heel scheuijns door sien, tegen den dagh daer een donckere plaets naest aen raeckt. Aldus examineert men de stucken van geslepen spiegels, maer om dat men die selden dick genoegh vindt, en daerom stucken van ongeslepen spiegels moet nemen, soo doet men die eerst door een bril maecker eenpaerigh van dickte plat slijpen, en uyt den rouwen polijsten, om te konnen sien, op voorschreven manier, of de stosse goet is.

Daer sijn somtijdts aderen in 't glas die sonderlingh geen quaet en doen, sijnde alleen als fijne draeden. Wij hebben seer goede glasen daer soodaenighe in sijn.

Daer is oock glas daer men op voorgaende manier geen souten in en siet, dewelcke men evenwel gewaer werdt, als men 't selve geslepen sijnde door de reflexie examineert; 't welck aldus geschiedt.

Men set het glas op een tafel, vensterbanck of diergelijcke in een donckere kamer, recht over endt, en met de superficie die suspect is achter. Dan een keers in de handt nemende laet men die in het glas reflecteren, *maeckende dat de voorste reflexie altijdt in midden van 't glas kome, en men gaet soo langh achterwaerts, tot dat de achterste reflexie de keers begint om te keeren en 't geheele glas vol licht is, wanneer men de aderen en fauten best kan bemercken, oock de imperfectie uijt het slijpen ontstaan. Als t een langh glas is van 40 voet of daerboven, gebruijckt men een kleijn verkijckertje van 3 a 4 duijm om in de voors. reflexie de fauten te ontdecken.*

VAN HET PREPAREREN DER GLASEN EER MEN DIE SLIJPT.

Als het glas rouw is van ongeslepen spiegels, 't welck om de dickte wille meeste part gebruyckt werd tot langhe glasen als van 30 voet en daer boven, soo laet men een stuck, dat vrij grooter is als 't glas wesen sal, door den brille maecker vlack slypen en van egale dickte, en uyt den ruwen gepolijst. om te sien of er geen aderen in en sijn, en of men die mijden kan, datse niet binnen d'openingh van 't glas en komen. Tot dit slijpen gebruijckt men ysere gegoten plaeten die men bij de ijserkramers te koop vindt, en op de steenhouwersmolen laet plat maken. Dan treckt men met een diamant passer een circel op het stuck glas hebbende den begeerden diameter, en noch een circel uijt hetselfde center, die een half stroobreet wijder is. Men treckt oock twee diergelycke circels op d'ander sijde van 't glas, recht tegenover d'eerste, door middel van het Circelglas, daer hier nae van geseght sal werden.

Als er groote stucken af te breecken sijn soo kan men het met een heet ijser doen. anders breeckt men de glasen af met een stercke handschroef, die maer soo wijdt open gedaen werdt dat se pas de dickte van 't glas kan vatten. Men moet niet binnen den uytersten circel afbreecken, maer de resterende ongelyckheijdt op een draeysteen

ne fe produife pas d'éclats. On rode le contour de part et d'autre jufqu'à la circonférence extérieure.

Enfuite l'on place une molette de bois fur le verre qu'on a quelque peu chauffé au préalable et, dans une écuelle de concavité convenable, on donne aux deux côtés du contour au moyen de fable à récurer et d'eau le profil défiré; plus il fera achevé, mieux cela vaudra. Une écuelle de 6 pouces de rayon convient à des difques de verre de 2, 3, 4 et 5 pouces de largeur. Ceci étant fait, on prend un ciment de réfine et de cire, deux parties de la première contr'une partie de la deuxième, avec lequel on colle fur le verre une plaquette de cuivre pourvue de différentes petites cavités; et avec un bâton d'une longueur de 14 à 15 pieds portant à fon extrémité inférieure une pointe de fer et qui, en haut, eft preffé par un reffort, on liffe le verre avec du fable à récurer et de l'eau fur une plaque plane de fer fondu, dans le but de rendre fon épaiffeur parfaitement uniforme; à cet effet on place la pointe dans une des cavités fe trouvant dans la partie épaiffe du cuivre. Quant à la plaque de fer, après avoir été rendue ronde par un forgeron, elle a été aplanie au moyen de la meule des tailleurs de pierre, celle qui leur fert à polir le marbre.

On mefure l'épaiffeur du verre, pour voir fi elle eft partout égale, avec des poucettes à large ouverture[23]): cet inftrument eft beaucoup plus utile qu'un compas crochu.

Vers la fin de ce liffage il eft préférable d'employer de l'émeri trié puifque le fable fait des creux trop profonds. Il eft en outre néceffaire que la pointe de fer du bâton preffe précifément au milieu du verre, c.à.d. au centre du profil, ou contour, inférieur, pour qu'il ne refte pas dans le verre de fauffe figure cylindrique ou en forme de dos[24]). Car il faut favoir que lorfque la pointe preffe fur quelque point en dehors du centre du verre, celui-ci n'acquiert pas par ce moyen une figure plane, mais bien une figure gibbeufe ou cylindrique. Même fi la furface était d'abord parfaitement plane, elle fera changée en la dite figure fauffe. Ce dont la raifon eft bien digne de remarque. On obfervera cette méthode de la preffion centrale également dans le douciffage et dans le poliffage: c'eft dans cette matière un des points les plus néceffaires. Or, pour obtenir qu'une des cavités de la plaquette de cuivre foit placée vis-à-vis du centre du profil inférieur, on fe fert du verre-à-circonférences qui n'eft autre chofe qu'une pièce de glace polie fur laquelle ont été tracées avec un diamant huit ou dix circonférences de cercle toutes concentriques et diftantes l'une de l'autre d'environ $\frac{1}{4}$ de pouce; leurs grandeurs correfpondent environ à celles des lentilles qu'on taille. On place cette lame tranfparente fur l'autre verre et l'on déplace ce dernier jufqu'à ce qu'on voit que fon profil fe trouve partout à égale diftance de la circonférence de cercle qui en diffère le moins en grandeur. Alors on retourne les deux enfemble et

[23]) Boerhaave ne tient pas compte dans sa traduction des mots „met breede becken".

[24]) On pourrait aussi parler de „montagnes". Huygens dit en 1668 (T. VI, p. 208) que c'est de cette expression que lui et son frère se servaient.

afflijpen; eerft de fcherpe kanten, en dan in midden, op dat er geen ftuckjes uyt en springhen. Men flijpt aen weder fijden tot aen den buytenften circel.

Voorts fet men een houte loopertie op 't glas, een weynigh gewarmd fijnde, en men flijpt aen weder fijden met fchuijrfandt en water een pourfil daer aen hoe fijnder hoe beter, in een fchotel van bequaeme diepte. Een van 6 duym radius is bequaem voor glafen van 2, 3, 4 en 5 duijm breedte. Dit gedaen fijnde plackt men met cement van hars en was, 2 delen van 't eerfte tegen 1 deel van 't laetfte, een kopere plaetje op het glas, hebbende verfcheijde gaeten of puttjens, en met een ftock van 14 a 15 voet langh daer onder die yfere pen in fteeckt, en die van boven met een veer aengedruckt werdt, flypt men het glas op een vlacke gegoten ijfere plaet met fchuyrfandt en water, om het t' eenemael gelijck van dickte te maecken, door het fetten van de pen in een der gaeten die ontrent het dicke eijnde ftaen. Defe plaet is op de fteenhouwers molen, daer fe de marmerfteenen op flypen, plat gemaeckt, nae datfe door een fmidt rondt afgehackt is.

Men meet de dickte van 't glas, om te fien of die overal gelijck is, met een handfchroefje met breede becken [23]), want dit veel nutter is als met een kromme paffer.

In 't laetfte van dit plat flijpen is 't beft gefifte ameril te befighen, om dat het fandt al te grove putten maeckt. En het is noodigh dat de ijfere pen van de ftock juijft in midden van het glas drucke, dat is in 't midden van 't onderfte pourfil, op dat er geen valfche cylindrifche of rughachtige figuer over in blijve. want men moet weten dat als de pen op eenigh punt buyten 't center van 't glas druckt, het felve daer door geen platte fuperficie fal krijghen, maer een bultighe of cilindrische. jae al waer het te vooren perfect plat, foo fal het defe valfche figuer krijgen. waer van de reden feer aenmerckens waerdigh is. Ende dit in midden perffen fal in 't opflijpen en in 't polijften van gelijcken waer genomen werden, fijnde een van de noodfaeckelijkfte poincten in defe materie. Om dan te maecken dat een der puttjens van 't koopere plaetje in 't midden tegen over 't onderfte pourfil kome, foo gebruijckt men het Circel glas, 't welck anders niet is als een ftuck geflepen fpiegel glas, waerop acht of tien circels getrocken fijn met diamant, alle uyt een felfde center en ontrent $\frac{1}{4}$ duyms van malkander; hebbende de groote ontrent van de glafen die men flijpt. Defe doorfchijnighe plaet leght men op het glas, en men verfchuijft het tot dat men fiet dat het pourfil van 't glas parallel komt te ftaen met de naefte der opgefchreven circels. Dan keert menfe 't faemen om, en men leght het fpiegelglas op een tafel. en door het opleggen

l'on place la lame de glace ſur une table; et ayant chauffé par impoſition d'un petit charbon ardent la plaquette de cuivre pour qu'elle puiſſe être déplacée ſur ſon ciment, on meſure la diſtance d'une des cavités juſqu'à l'une ou l'autre des circonférences de cercle, et on déplace la plaquette juſqu'à ce que la dite cavité ſe trouve au milieu de cette circonférence, vu qu'alors elle correſpond auſſi avec le centre du profil inférieur du verre. Sur le verre-à-circonférences ont été collés avec de l'amidon, à l'intérieur des circonférences, trois petits morceaux de cire d'abeilles, pour que les deux verres ne ſe déplacent pas trop facilement l'un ſur l'autre et que d'autre part ils ne ſ'injurient pas.

Il ne ſerait pas mauvais ſi les petites cavités dans la dite plaquette de cuivre y avaient été faites avec un poinçon triangulaire et que la pointe qui doit être introduite dans l'une d'elles avait également cette forme, ce qui empêcherait la rotation du verre; mais ceci eſt ſurtout néceſſaire dans le rodage ultérieur dont nous parlerons tout de ſuite.

Après avoir donné au verre des ſurfaces planes il faut examiner ſi le profil eſt bien rond, c.à.d. d'un diamètre partout égal, ce qu'on meſure avec un compas. Et ſ'il n'en eſt pas ainſi il faut donner au verre un nouveau profil. En cas de beſoin on peut commencer par roder un peu le profil au moyen de la pierre tournante là où il eſt plus large qu'ailleurs, car ſinon il pourrait arriver que dans l'écuelle-à-profil le verre ſerait moins rodé en ces endroits et que le réſultat ſerait encore une fois une forme imparfaitement ronde. Le profil doit être travaillé de manière à être ſuffiſamment liſſe: ceci contribue à la perfection du travail ultérieur.

DU RODAGE ET DOUCISSAGE DES LENTILLES.

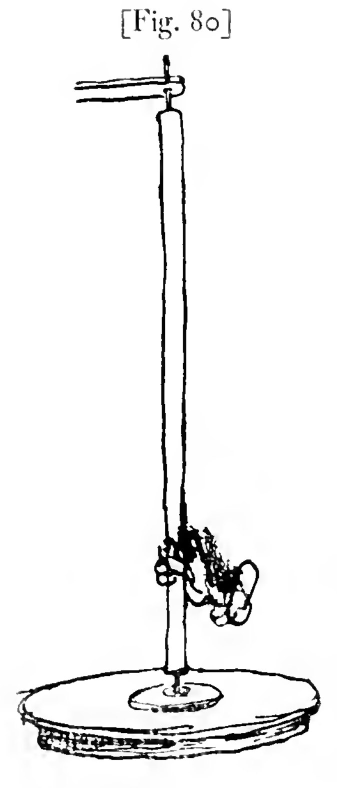
Le verre ayant été liſſé comme nous l'avons dit on enlève la plaquette à cavités et l'on y colle avec le ciment ſuſmentionné une autre petite plaque de cuivre ou plutôt d'acier grande comme un eſcalin au centre de laquelle on a fait une petite cavité triangulaire dont la profondeur eſt quelque peu ſupérieure à une ligne; à cet effet on a frappé la plaque avec une eſtampille d'acier aſſez mince pour pouvoir entrer dans la tige d'une plume d'oie. Au fond de la cavité on a frappé avec un poinçon pointu un centre à l'aide duquel on place la petite plaque juſtement au-deſſus de la partie centrale du cercle qui correſpond au profil inférieur; ceci au moyen du verre-à circonférences et d'un compas dont une des pointes eſt légèrement courbée, comme nous l'avons enſeigné un peu plus haut. La plaque ayant été bien centrée de cette manière, on laiſſe tomber tout autour d'elle quelques gouttes de ciment fondu pour qu'elle ne coure aucun riſque de quitter ſa place. On fait enſuite uſage pour la taille d'un bâton [Fig. 80] dont l'extrémité inférieure eſt munie d'une pointe ou ſtylet d'acier, triangulaire comme la cavité ſuſmentionnée, mais pouvant ſ'y mouvoir avec aiſance; ce ſtylet ſe termine en une petite pointe ronde finement limée et doucie avec une petite pierre à aiguiſer. À ſon bout ſupérieur ce bâton porte également une

van een kooltie vier het plaetje warm gemaeckt hebbende, op dat het op ſijn cement verſchuijven kan, ſoo meet men uijt een der putjes tot de circonferentie van d'een of d'ander der circels, en men verſchuyſt het plaetje tot dat men dit putjen in 't midden deſer circel vindt, als wanneer het dan oock noodsaeckelijck in 't midden van 't onderſte pourſil van 't glas komt. Op de circel plaet ſijn, met ſtijſſel, 3 ſtuckjes bijwas geplackt, binnen de circels, op dat de glaſen niet te glad over malkander ſouden ſchuijven, noch oock malkander niet quetſen.

Het waer niet quaedt dat de putjes in 't voors. kopere plaetje met een drykantigh ſtempeltie geſlagen waeren, en de yſere pen die daer in komt mede drijkantigh waer, om het draeyen van 't glas te beletten doch dit is noodſaeckelijker in 't verder opſlijpen van 't glas daer wij nu van gaen ſpreecken.

Men moet ſien, naer dat het glas plat geſlepen is of het pourſil wel rondt is, dat is overal van gelijcke diameter, 't welck men met een paſſer meet. En indien niet, ſoo moet men 't noch eens pourſiliren, en ſoo het noodigh is, het pourſil daer het breeder als elders valt, op de draeyſteen wat af nemen, want het anders op die plaetſen in de pourſil ſchotel minder af neemt, en daer door onrondt werdt. Het pourſil moet redelijck ſijn geſlepen ſijn, dewijl dit contribueert tot de ſuijverheyt van 't verder werck.

[Fig. 80]



VAN 'T SLIJPEN DER GLASEN.

Het glas als geſecht is plat geſlepen ſijnde ſoo doet men het plaetje met de putties daer af, en men plackt met het boven gemelte cement een ander kleijn kopere of liever ſtale plaetje daer op, ſoo groot als een ſchellingh daer in midden een triangulair gaetje of puttien in geſlagen is ruijm een linie diep, met een ſtaele ſtempel niet dicker als dat men die in een ganſeſchacht ſou konnen ſteecken. In 't midden in de grondt van 't puttien is met een punt ſtempeltie een center geslagen, van waer men het plaetjen recht in midden 't onderpourſil van 't glas ſtelt, door middel van 't Circel glas en een paſſer diens eene punt wat krom gebogen is; even als korts te voren is geleert. En als het nu recht in midden geſtelt is, ſoo laet men eenighe droppelen geſmolte cement daer rondom op het glas vallen op dat het geen noodt en hebbe van af te ſchuijven. Voorts gebruijckt men om te ſlijpen een ſtock [Fig. 80] met een ijſere pinnetie onder aen dat drijkantigh is als het voors. puttie, maer ruijm daer in beweghen kan, ſijnde oock heel onder aen met een rondachtigh puntjen, dat wel ſijn gevijlt en met een ſlypſteentie ſacht gemaeckt is. Boven aen heeft deſe ſtock

pointe de fer; celle-ci eſt de forme cylindrique et longue de 5 ou 6 pouces; elle paſſe par le trou d'une planchette clouée à une ſolive. Le centre de l'écuelle doit ſe trouver préciſément ſous ce petit trou.

Cette manière de roder eſt beaucoup meilleure que celle où l'on ne fait uſage que de la main, tant par la preſſion préciſément centrale exercée ſur le verre (la preſſion latérale fait reluire les côtés bien plus ſortement) que par le fait qu'on évite ainſi l'inconvénient provenant de la chaleur de la main, laquelle eſt capable de cauſer une faible dilatation de la partie ſupérieure du verre et par conſéquent une adhéſion à l'écuelle de la partie inférieure tendant à prendre une forme concave. Mais lorſqu'on fait la taille avec le bâton le verre ne ſe montre jamais rebelle à moins qu'on ne l'ait tenu éloigné quelque temps de l'écuelle de ſorte que dans l'air il ſoit devenu un peu plus chaud qu'elle: lorſqu'on l'y remet, la partie inférieure ſe rétrécit par la froideur de l'écuelle ce qui cauſe de l'adhéſion. Alors il faut attendre juſqu'à ce que le verre ait de nouveau acquis la température de l'écuelle. On peut également remarquer chez les grands verres quelque réſiſtance au mouvement gliſſant lorſqu'on élève plus que d'ordinaire la température de l'air de la chambre par des réchauds ou autrement. C'eſt pourquoi il eſt préférable de mettre le feu dehors.

On donne d'abord au verre dans l'écuelle la bonne forme avec de l'émeri trié par du cambrai aſſez groſſier, cet émeri ayant été égaliſé par un verre précurſeur. Il faut prendre garde de travailler auſſi dans les parties non centrales de l'écuelle puiſque de cette façon ſa figure ſe gâte le moins ou même s'améliore de nouveau, laquelle ſinon devient par uſure de plus en plus concave. Pendant le rodage le verre ſe montrera rebelle au mouvement auſſitôt que l'émeri commence à s'affiner; alors il faut en prendre du nouveau pour pouvoir continuer. D'ailleurs à mon avis cette adhéſion n'eſt pas autrement nuiſible. Dans chaque changement de matières on ſe ſert d'un méchant verre précurſeur vu la poſſibilité de la préſence de quelques gros grains capables de de faire des ſillons.

Lorſque le verre a acquis la bonne forme (ce qu'on reconnaît au fait qu'il ſe montre partout également liſſe lorſqu'on le regarde obliquement vers le côté d'où vient la lumière) il faut de nouveau mettre en état l'écuelle avec des pierres bleues et de l'eau, ce qui ſe fait en moins d'un demi quart d'heure; alors elle reluit de nouveau partout également lorſqu'on la regarde obliquement vers la lumière.

Ceci étant fait, on prend une quantité d'un demi dé d'émeri de 40 ſecondes [25]), avec lequel on doucit durant $\frac{1}{4}$ d'heure. Enſuite également $\frac{1}{4}$ d'heure avec une quantité égale d'émeri de 100, puis $\frac{1}{4}$ d'heure avec de l'émeri de 200 ſecondes, enfin encore $1\frac{1}{2}$ heure avec de l'émeri de 400 ſecondes, en en prenant une quantité moindre (de ſorte que pour une lentille de 5 pouces de diamètre une quantité égale à une faſéole

[25]) Nous supposons qu'il est question d'émeri ayant été broyé ou pilé durant 40 secondes: plus on y aura mis de temps, plus la matière sera devenue fine.

mede een yfere pen die rondt is, en 5 of 6 duijm langh, pafferende door een gaetje van een planckje dat aen den balck gefpijckert is. De fchotel moet recht midden onder dit gaetje ftaen.

Defe manier van flijpen is veel beter als met de handt, foo om het juijft in midden drucken op 't glas, fonder eenighfins over de kanten te douwen, (waer door de kanten veel fchoonder uyt gepolyft werden) als om dat het ongemack hier door vermijdt werdt, dat van de warmte vande handt onftaet, welcke het glas, van boven, machtigh is ietwes te doen uijtrecken, en daer door d'onderfte fijde te doen klemmen, dewijl die fich hol fetten wil. Doch met de ftock flijpende klemt het glas noijt, ten waer als men het van de fchotel genomen heeft, waer door eenighfins in de lucht warmer werdt als de fchotel is en als men 't daer weder op fet foo krimpt d'onderfte fijde door de koude van de fchotel, 't welck doet klemmen; en dan moet men wachten tot dat het glas weer de temper van de fchotel gekregen heeft. Men kan oock eenighe traegheijt in groote glafen gewaer werden, als men door vier in cafforen of anders de lucht der kamer warmer maeckt als te voren. Daerom het beft is het vier buijten te fetten.

Men formeert voor eerft het glas in de fchotel met ameril door redelijck grof kamerijcks gefift maer met een voorlooper geeffent, obferverende dat men al vrij wat verre over de kanten van de fchotel flijpe, om dat hier door des felfs figuer minder verloopt, of felfs weder geredreffeert werdt, dewelcke anders hoe langhs hoe holder uijtflijt. In 't formeren fal het glas terftondt beginnen te klemmen foo haeft de ameril eenighfins fijn werdt, en dan moet men weer andere nemen, om te konnen voortgaen. Anders foo kan dit klemmen niet fchaeden naer mijn gevoelen. Men heeft een quaedt glas tot voorlooper in ieder veranderen van ftoffen, om offer eenighe grove greijnen in waeren, die fchrabben fouden maecken.

Geformeert fijnde, ('t welck men fcheuijns daer over nae 't licht fiende, kan bekennen als het egael glad fich verthoont) moet men de fchotel weder perfect maecken met de blaeuwe fteenen en water, 't welck in min als $\frac{1}{2}$ quartier uijrs gedaen is, foo datfe weder gelijck blinckt als men daer fcheuijns over nae 't licht fiet.

Dan neemt men van de ameril van 40 fecunden [25]) $\frac{1}{2}$ vingerhoedt, en men flijpt daer $\frac{1}{4}$ uijrs mede. Dan van gelijcken $\frac{1}{4}$ uijrs met ameril van 100 fecunden gelijcke quantiteyt. Dan met die van 200 feconden noch $\frac{1}{4}$ uijrs. En eyndelyck met ameril van 400 fecunden noch $1\frac{1}{2}$ uren, nemende minder van defe ftof, (foo dat voor een glas van 5 duym diameters een turckfe boon grootte genoegh is) en noch van tijdt

ſuffit) qu'on diminue encore progreſſivement; par ce moyen la ſurface du verre devient très fine et liſſe. Après ce temps on verra fort bien à travers la lentille les contours de la flamme d'une chandelle et auſſi plus ou moins à la clarté du jour les carreaux des fenêtres, ce qui eſt ſigne que le verre a ſuffiſamment été douci pour être poli. Mais lorſque le verre n'a pas encore pareille clarté, on peut conclure qu'on a pris trop de matière, et l'on doit encore continuer à doucir en diminuant la quantité d'émeri. L'eau de puits eſt la meilleure pour doucir.

N.B. Cette méthode de prendre chaque quart d'heure de la matière plus fine s'eſt trouvée défectueuſe, puiſque dans le poliſſage la ſurface des grands verres paraiſſait avoir des ronds marqués par le tripoli. C'eſt pourquoi il vaut mieux doucir jusqu'au bout avec la première matière de 40 ou 100 ſecondes en la diminuant chaque quart d'heure ou demi-heure, de ſorte qu'il n'en reſte que fort peu la dernière demi-heure, ce qui rend le verre très fin. Il eſt poſſible que le changement de matière aurait eu plus de ſuccès ſi nous en avions pris chaque fois une plus grande quantité, en diminuant progreſſivement la dernière. Nous avons auſſi douci quelquefois durant $\frac{3}{4}$ d'heure avec de l'émeri de 50, et $\frac{3}{4}$ d'heure avec celui de 400 ſecondes, puis encore $\frac{1}{4}$ d'heure avec celui de 45 ſecondes.

Dans le cas des grandes lentilles, la main doit faire un tour d'environ $2\frac{1}{2}$ pouces de diamètre. Il convient de faire en ſorte que le verre dépaſſe le centre de l'écuelle environ de la largeur d'un doigt et ſon bord de pas moins que la largeur d'un brin de paille, de plus de cette largeur lorſque l'écuelle eſt petite comparativement au verre: ceci conſerve la figure de l'écuelle. *Il en était ainſi par exemple dans le cas de nos lentilles de 200 pieds dont le diamètre eſt de $8\frac{3}{4}$ pouces. Pour doucir de pareilles lentilles, comme nous le faiſions, dans une écuelle de 15 pouces, il ne faut dépaſſer le centre que de la largeur d'un doigt, mais le bord d'environ $3\frac{1}{4}$ pouces. En opérant ainſi, le verre de la lentille devenait bon; mais lorſqu'on ne dépaſſait le bord en douciſſant que de la largeur d'un brin de paille et le centre de beaucoup, les parties du verre éloignées du centre ne voulaient pas devenir luiſantes par le poliſſage, ce qui eſt ſigne que la figure de l'écuelle ſe gâte par cette manière de doucir. A mon avis il ſerait bon de dépaſſer beaucoup les bords dans cette opération, ceci pour toute grandeur des verres, afin de mieux conſerver la figure de l'écuelle.*

On doit ſentir que le verre exerce toujours une certaine preſſion ſur l'écuelle et ne ſe meuve pas ſur elle ſans aucune réſiſtance; s'il en eſt ainſi on peut y porter remède en diminuant l'intervalle des tours.

Il ne faut qu'appuyer la main ſur le bâton ſans exercer une grande force, et cela juſqu'à la fin, car une forte preſſion fait aiſément venir des raies dans le verre. Il ne faut doucir ni trop ſèchement, ni avec de la matière trop humide; mais il faut faire en ſorte qu'il ne ſe produiſe pas d'endroits ſecs ſur l'écuelle.

Il faut avoir un ſablier d'une $\frac{1}{2}$ heure pour meſurer le temps pendant l'opération et mettre une marque de craie chaque fois qu'il s'eſt écoulé.

tot tijdt daer van wegh doende, waer door het glas seer fijn en gladt werdt. Desen tijdt om sijnde sal men de vlam vande keers wel omgetrocken door het glas sien, of eenighsins de ruijten vande vensters bij dagh, 't welck een teijcken is, dat het glas fijn genoegh is om gepolijst te werden. maer dese klaerheydt niet hebbende soo is het een teijcken van datmen al te veel stof genomen heeft, en men moet noch continueren te slijpen, en stof wegh doen. Het putwater is best om te slijpen.

N.B. Dese manier van ieder quartier uijr sijnder stof te nemen is bevonden niet goet te sijn; alsoo, in 't polijsten, de superficie van groote glasen, als met verscheijden ringhen sich verthoonden, door de tripoli gemarqueert. Daerom het best is met de eerste stof van 40 *of* 100 *seconden tot het eijnde toe voort te slijpen, doende nochtans ieder quartier of half uijr wat stof wegh, soo dat in 't laetste half uijr maer heel weijnich over blijve, waer door het glas seer fijn werdt. misschien soude het veranderen van stoffe beter gesuccedeert hebben, indien wij wat meerder van elcks genomen hadden, en van de laetste weghgedaen. Wij hebben oock somtijdts geslepen* $\frac{3}{4}$ *uijrs met ameril van* 50 *seconden, en* $\frac{5}{4}$ *uijrs met die van* 400 *second. en dan noch* $\frac{1}{4}$ *met die van* 45 *min.*

In groote glasen is de tour van de handt ontrent $2\frac{1}{2}$ duijm diam. en men moet maecken dat het glas ontrent een vingerbreedt over 't center van de schotel passere, en over de kant van de schotel niet min als een stroobreedt, maer wel meer, als de schotel nae proportie van 't glas kleijn is want dit conserveert de figuer van de schotel. *gelijck in onse glasen van* 200 *voet, welckers diameter is* $8\frac{3}{4}$ *duym. om die in een schotel van* 15 *duijm te slijpen, soo moet men maer een vingerbreet over 't center der schotel passeren en ontrent* $3\frac{1}{4}$ *duijm over de kant. Dit doende wierdt het glas goet; maer als men maer een stroobreet over de kant sleep en ver over het center, dan wilde het aen de kanten niet blinckent werden met polijsten, twelck een teijcken is dat de figuer van de schotel door dit slijpen bederft. Het soude met alle grootheydt van glasen, soo ick meen, goedt sijn ver over de kanten te slijpen, om de figuer vande schotel beter te bewaeren.*

Men moet voelen dat het glas altijdt eenighsins tegen de schotel aen slijpt, en niet al te glad daer over en gae; 't welck men kan remedieren met de touren dichter op malkander te doen volghen.

Men moet de handt maer op de stock laeten leunen sonder anders te douwen, en dat tot het laetste toe, want door hard douwen komen lichtelijck schrabben in 't glas. Men moet niet te droogh noch te nat slijpen, maer soo datter geen drooghe plaetsen op de schotel en komen.

Men heeft een sandtlooper van $\frac{1}{2}$ uijr, waer mede men den tijdt meet in 't slijpen, teyckenende ieder reijs met krijt als die uytgeloopen is.

DU POLISSAGE DES LENTILLES.

Après que la lentille a été rodée et doucie il faut de nouveau mettre l'écuelle en état avec les pierres bleues ce qui eſt bientôt fait. Nous le faiſions auſſi parfois lorſque la lentille n'avait été doucie que d'un ſeul côté — alors que le rodage et le douciſſement nous prenaient 5 ou 6 heures — enlevant la matière de l'écuelle avec un couteau et l'y remettant par après. Mais maintenant ceci eſt devenu inutile attendu que nous exécutons les mêmes opérations en $2\frac{1}{2}$ heures ſeulement; d'autre part le verre ſ'adapte mieux à préſent à l'écuelle grâce à la taille au bâton et gâte donc moins ſa figure.

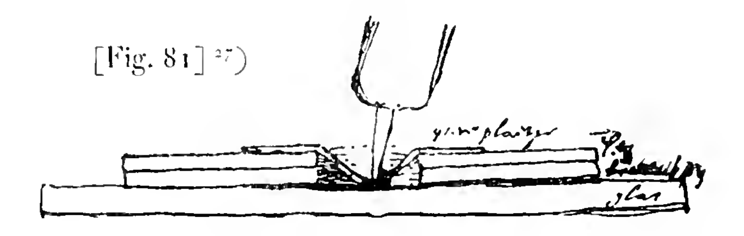
On détache enſuite du verre la petite plaque de cuivre pour l'y coller de nouveau d'une autre manière qui eſt la ſuivante. On a un diſque d'ardoiſe [Fig. 81], telle que la plus épaiſſe dont on ſe ſert pour couvrir les maiſons, ou plutôt encore un diſque taillé de pierre bleue, lequel on aplanit ſur la plaque de fer. Nous avons toujours pris le diamètre un peu inférieur à celui du verre. Sur ce diſque on colle avec du ciment compoſé, comme précédemment, de deux parties de réſine et d'une partie de cire, un autre diſque égal de gros drap, en prenant bien garde d'enduire l'ardoiſe ou la pierre chaude fort également, avec un morceau de linge, d'une très fine couche de ce ciment. La même précaution doit être priſe en frottant avec le ciment le verre chauffé: toute épaiſſeur inégale et toute dureté doit être évitée. C'eſt pourquoi il eſt auſſi recommandable de prendre pour chaque collage un nouveau diſque de gros drap puiſqu'on ne peut pas, en grattant, enlever aſſez également le ciment une fois qu'il ſ'y trouve. Ces deux diſques ont au milieu un trou rond d'un pouce de diamètre environ où entre la partie concave d'une petite plaque ronde de fer dont le bord repoſe ſur l'ardoiſe et y eſt collé avec le ciment ſuſdit. Cette cavité eſt de forme conique, l'angle au ſommet ou extrémité inférieure étant de 80 ou 90 degrés; mais il eſt bon de lui donner, en cette extrémité, quelques coups avec un petit poinçon vertical terminé en deſſous par une petite ſurface plane; de cette façon la pointe de l'inſtrument poliſſeur qui doit entrer dans la cavité ſera moins ſujet à ſ'échapper vers le haut. Il faut bien prendre ſoin à ce que le deſſous de ces petites plaques ne touche pas le verre collé par en-deſſous au diſque de bure. Mais plus il en eſt proche, mieux cela vaut.

Pour coller ainſi le verre, il faut y porter une certaine quantité du ciment dont nous avons parlé et, après avoir chauffé le verre, le répandre ſur lui avec un morceau de linge en une couche égale et pas trop fine, excepté au milieu où il faut laiſſer vide de ciment la grandeur d'un eſcalin. Mais il faut porter ſur ce petit cercle la ſuie provenant de la flamme d'une chandelle; toutefois pas en une ſeule fois pour que le

VAN 'T POLIJSTEN DER GLASEN.

Nae dat het glas opgeslepen is, moetmen de schotel weder perfect maecken met de blaeuwe stenen, 't welck seer haest gedaen is. Wij plachten dit noch wel eens te vooren te doen als het half op geslepen was, doen wij 5 of 6 uren daer mede besigh waeren, doende met een mes de stof vande schotel, en dan weer op, maer nu dat maer 2½ uren daer toe besteden, is sulx onnoodigh. behalven dat het glas nu beter in de schotel past door het slijpen met de stoek, en daarom dessels figuer minder bederft.

Voorts doet men het kopere plaetje van 't glas af, om dit weder anders op te placken op de volgende manier. Men heeft een ronde schijf [Fig. 81], gemaeckt van een leij daer men de huijsen mede deckt van de dickste, of liever van blaeuwe steen gehouwen, dese slijpt men plat op d'ysere plaet. Den diameter hebben wij altijdt wat minder genomen als die van 't glas. Op deze schijf werdt met cement als vooren, van 2 deelen hars en 1 deel was, een gelijcke schijf van dicke pij [26]) geplackt. wel lettende dat het cement met een doeckje op de warme leij of steen wel gelijck gestreecken werde en seer dun. Gelijck oock op het warme glas moet gestreecken werden, om alle mogelijcke dickte en hardicheijdt voor te komen. Hierom is het oock best tot ieder opplacken een nieuwe schijf van pij [26]) te nemen om dat men het cement, dat daer eens op is, niet gelijck genoegh kan afschrabben. Dese beijde schijven hebben een rond gat in 't midden van ontrent een duijm diameter, waer in komt de hollig-



[Fig. 81] [27])

Comparez les Fig. 20 et 22 (p. 295 et 300) du T. XVII.

heydt van een rondt ijsere plaetje, daer van den boordt op de leij rust, en met het voornoemde cement vast geplackt werdt. Dese holligheijdt is van Conische figuer hebbende een hoeck van ontrent 80 of 90 graden. maer in de grondt is het goedt met een recht stempeltje, dat onder een kleijne plattigheijdt heeft, daer in te slaen, waer door de pen van 't polijst instrument die daer in komen moet, te minder noodt heeft van opwaerts te glippen. Men moet wel letten dat het onderste van dit plaetje

[26]) Leçon primitive: „dick buffels leer".

[27]) On lit dans la figure: ijsere plætje (petite plaque de fer), ley (ardoise), pij (gros drap), glas (verre). Leçon primitive au lieu de „pij": leer of pij (cuir ou gros drap).

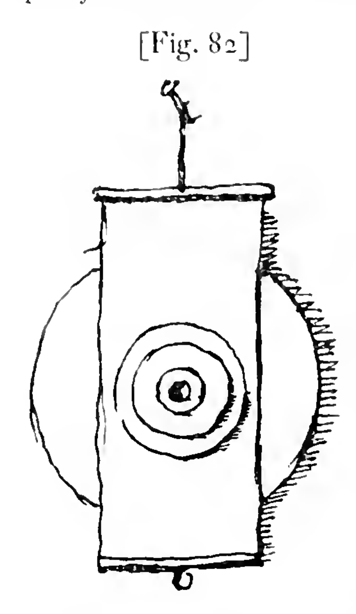
verre n'éclate pas par la chaleur. Cette fumigation a pour but de faire voir si le verre est libre de toute grisaille. A cet effet on observe la réflexion d'une chandelle sur le petit cercle au côté opposé à celui qui porte la suie: *par l'effet de ce fond noir on voit fort nettement s'il reste encore dans le verre quelque chose de grisâtre.* Il ne faut pas enduire de ciment l'anneau de laine ou de gros drap, au contraire il faut en détacher, après l'avoir chauffé, le ciment s'il s'y en trouve, et coller ainsi l'étoffe libre de ciment sur le verre dans une position bien centrale autant qu'on peut en juger avec l'oeil. Puis il faut laisser refroidir l'ensemble. On doit ensuite centrer la petite plaque de fer au moyen du verre-à-circonférences [Fig. 82]: l'extrémité inférieure de la cavité doit correspondre précisément au centre du profil inférieur du verre. A cet effet il est nécessaire de chauffer la petite plaque par imposition d'un petit charbon ardent afin de pouvoir la déplacer quelque peu. Le verre ayant été collé, on le prend en mains et on le frotte une quarantaine ou une cinquantaine de fois sur un linge préalablement frotté, lui, avec du tripoli et tendu sur l'écuelle, en prenant bien soin qu'il n'y ait rien dans le tripoli qui puisse rayer le verre. Par ce frottement l'aspérité du verre est corrigée *surtout vers les bords*, laquelle pourrait trop user, si l'on n'y prenait garde, le fond sur lequel la lentille doit être polie.

Pour composer ce fond on prend de la poudre obtenue par le mélange de 4 parties de tripoli et d'une partie de vitriol de Chypre. Pour une lentille de 5 pouces de diamètre un poids de 6 ou 8 as, donc un volume tel que celui de deux grands pois, suffit. On frotte ce mélange sur l'écuelle avec une pierre à aiguiser, après y avoir ajouté 8 ou 10 gouttes de vinaigre. Il devient tout de suite fin. Ensuite on l'étend également sur l'écuelle avec une brosse de peintre, plus largement du moins qu'il ne le faut strictement en considération de l'amplitude du parcours décrit par la lentille durant le polissage. En étendant la pâte on fait d'abord des passes parallèles dans une certaine direction, et ensuite dans une direction perpendiculaire à la première, tout ceci plus d'une fois pour que le fond soit parfaitement égal. *Ce fond doit être mince,*

niet op het glas en raecke, 't welck onder tegen de schijf van pij geplackt werdt. maer anders hoe naerder hoe beter.

Om dit glas aldus te placken, moet men daerop wat cement van 't boven verhaelde doen en het glas warm gemaeckt hebbende het selve met een doeckje gelijckelijck daer over strijcken en redelijck vet. behalven in t midden daer men de grootte van een schellingh sonder cement moet laeten, en berooken die in de vlam van de keers, maer niet in een reijs om 't glas niet te doen door de hitte in stucken springen: dese berookingh geschiedt om in 't polijsten te konnen oordelen of het glas suijver is van alle graeuwigheijdt, als men de reflexie van de keers op *de tegenoverstijde van* dese plaets waerneemt, *want van wegen dese swarte grondt, soo siet men seer scherp of daer noch eenige graeuwicheijt over is.* Aen 't rond van lacken of pij [28]) en moet men geen cement doen maer selfs af schrabben, warm gemaeckt sijnde, soo daer iet aen is, en placken dat aldus op het glas, soo recht in midden als men met het oogh kan oordelen, en laeten het te saemen van selfs koudt werden. Dan moet men het ijsere plaetjen voort recht setten door middel van het circelglas, [Fig. 82], soo dat het onderste van 't puttje recht in 't midden van 't onderste pourfil van 't glas kome. waer toe nodigh is, om het plaetje een weynigh te konnen verschuijven, dat men het warm maecke door 't op leggen van een kooltje vier. Het glas op geplackt sijnde soo vrijft men het eenighe 40 of 50 streecken met de handt, op een doeck daer Tripoli in gevreven is, en over de schotel gespannen, wel lettende datter niets in sij dat het glas soude konnen schrabben. door dit vrijven werdt de ruwigheijdt van 't glas *voornamelyck aen den boordt* wegh genomen, die anders de grondt daer men op polijsten moet te veel wechslijten soude.

[Fig. 82]



Om nu dese polijst-gronde te leggen soo neemt men een kleijn weijnigh van een poeijer gecomposeert van 4 deelen tripoli, en 1 deel vitriool de Cyprus. Tot een glas van 5 duym diam. is 6 of 8 asen of soo veel als 2 groote erweten genoegh. Dese compositie vrijft men met 8 of 10 droppelen asijn, op de schotel met een vrijfsteen; ende is terstond fijn. Dan strijckt men deselve met een schildersborstel gelijck over de schotel, of altijdt vrij breeder als de baen daer het glas moet op gepolijst werden. vegende eerst parallele streecken eene wegh, en dan kruijswijs daer over, en dat aldus meer als eens, op dat de grond gelijck legghe, die *wel dun moet leggen doch*

[28]) Leçon primitive au lieu du dernier mot: leer (cuir).

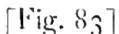
et pourtant pas trop mince, car ſinon il ſ'uſe trop par le poliſſage de ſorte que le cuivre eſt mis à nu ſuivant de larges bandes, ce qui exige la poſition d'un nouveau fond. Par conſéquent il eſt préférable qu'au début le fond ſoit plutôt un peu plus épais et plus réſiſtant: vers la fin il ſ'uſe tout-de-même ſuffiſamment pour donner à la lentille la vraie figure de l'écuelle.

Lorſque la pâte a été étendue, on la ſèche en plaçant ſur elle une poêle de fer plate et oblongue avec du feu. Celle-ci a une longueur d'environ 10 pouces ou un pied et une largeur de 6 pouces. Comme la préſente figure l'indique [Fig. 83] la poêle eſt pourvue d'un bord oblique et en deſſous de 4 petites ſphères ſur leſquelles elle peut repoſer; elle a en outre un manche latéral qui permet de la ſaiſir. Quand on voit en ſoulevant la poêle que ſous elle le fond commence à ſécher, on peut l'enlever tout à fait, permettant à l'humidité reſtante de ſ'évaporer ſpontanément, afin que l'écuelle ne devienne pas plus chaude et qu'il ne faille par conſéquent pas la laiſſer refroidir durant un temps trop conſidérable. Lorſqu'elle ſ'eſt complètement refroidie, il faut commencer le poliſſage après avoir enduit de tripoli, par paſſes parallèles, le parcours que la lentille doit décrire et en avoir enlevé en ſoufflant la poudre ſèche, ſ'il ſ'en trouve. Ce tripoli doit d'abord avoir été pulvériſé avec de l'eau ſur une pierre et enſuite amaſſé de nouveau et ſeché, car ſinon il y a toujours dans les pièces de tripoli quelques petits grains durs qui raient le verre. On libère le verre de tout ciment ou graiſſe en le frottant avec un morceau de linge imbu de tripoli et d'eau ou avec un peu du mélange ſuſdit de tripoli et de vitriol; car il importe beaucoup que le verre ſoit propre et dégraiſſé pour que dans le poliſſage le tripoli aie priſe ſur lui.

Avant que de porter la lentille ſur le fond, il eſt bon d'en avoir une autre, un méchant verre, de la figure de l'écuelle ou à peu près, avec lequel on repaſſe toute la route que la bonne lentille doit parcourir pour voir ſ'il ne ſ'y trouve pas de grains de ſable ou de parties dures et pour les écarter ou briſer dans le cas où il y en aurait. Alors ſeulement on commence à faire des paſſes avec la bonne lentille, la mouvant d'abord avec la main par ci par là, l'ôtant enſuite de l'écuelle pour voir, en regardant les zones de tripoli qui ſ'y trouvent, ſi celui-ci y a eu partout une priſe égale. S'il n'en eſt pas ainſi, c'eſt ſigne que la forme ou bien la lentille ſont encore trop chaudes; il faut alors attendre et faire un nouvel eſſai juſqu'à ce qu'on conſtate que le tripoli prend ſur tout le verre par lignes droites. En agiſſant autrement on gâterait ſûrement la figure de la lentille. Lorſque l'écuelle eſt trop chaude le verre touche au milieu plus que vers ſes bords puiſque la ſurface ſupérieure de l'écuelle a été dilatée par la chaleur et qu'elle eſt par conſéquent devenue moins concave. Lorſqu'au contraire le verre eſt trop chaud, il eſt mieux en contact avec la forme froide vers ſes bords que

even wel niet al te dun, want anders ſoo ſlijt die in t polijſten te veel en komen heele ſtreepen daer in daer het koper bloot werdt, ſoo dat dan noch wel een nieuwe grondt moet geleyt werden. Daerom is 't beter, dat de grondt in 't begin liever wat dicker en ſtercker zij, want deſelve doch in 't eijnde wel dun genoegh wegh ſlijt, om het glas de rechte ſiguer van de ſchotels te geven.

Deſe grondt aldus geſchildert ſijnde wordt voorts gedrooght, door een vlacke langwerpighe ijſere pan met vier [Fig. 83], daer op te ſetten; ſijnde ontrent 10 duym



[Fig. 83]



of een voet langh en 6 duijm breedt, en hebbende rondom een ſcheuijns opgaende boordt, met 4 kleijne bolletjes van onder om op te ſtaen, en een ſteel aen 't eene endt om bij gevat te werden. gelijck deſe ſiguer aanwijſt. Als men de pan oplightende ſiet dat de grondt daer onder begint te drooghen, dan kan men die voort af ſetten, laetende de reſt vande vochtigheijdt voort van ſich ſelfs uijt roocken, op dat de ſchotel niet warmer en werde, en men te langher deſelve moete laeten ſtaen koelen. Als nu de ſchotel t' eenemael koudt geworden is, moet men het polijſten beginnen, hebbende eerſt de baen met parallele ſtreecken van tripoli beſchreven, en het loſſe ſtof daer van af geblaeſen. Deſe tripoli moet eerst met water ſijn gevreven werden op een ſteen en dan weder tot een maſſa gemaeckt en gedrooght, want anders in de ſtucken tripoli altijdt eenighe harde ſandties ſitten die het glas ſchrabben. men maeckt het glas ſchoon van alle cement of vettigheijdt, vrijvende het ſelve met een doeckje met tripoli en water of met een weijnigh van de voors. tripoli met vitriool gemenght. Want hier is veel aen gelegen dat het glas wel ſchoon en ſchrael zij, op dat in 't polijſten de tripoli daer beter op vatte.

Eermen 't glas op de baen brenght, is het goedt een ander ondeugende glas te hebben, van de form van de ſchotel of daer ontrent, 't welck men overal over de baen vrijft om te ſien of er geen ſandtjes of hardigheijt op en ſitten, en die daer ſoude moghen weſen wegh of aen ſtuck te douwen, dan ſet men voorts het rechte glas op de baen en men ſchuijſt het voor eerſt met de handt ſachtjens gins en weer, en dan weer af nemende ſiet men aen de ſtreecken van tripoli die daer over ſitten of het overal egael gevat heeft. Indien niet, ſoo iſt een teecken dat de ſchotel of 't glas noch te warm ſijn, en men moet wat wachten, en weder op de ſelſde manier beproeven, tot dat men ſiet dat de tripoli met rechte ſtreepen over 't geheele glas ſit. anders ſoude men ſeeckerlijck de figuir van 't glas bederven. Als de ſchotel te warm is raeckt het glas in 't midden meer als aen de kanten om dat door de warmte de bovenſte ſuperſicie van de ſchotel uijtgereckt is en min hol werdt. Maer het glas te warm ſijnde en

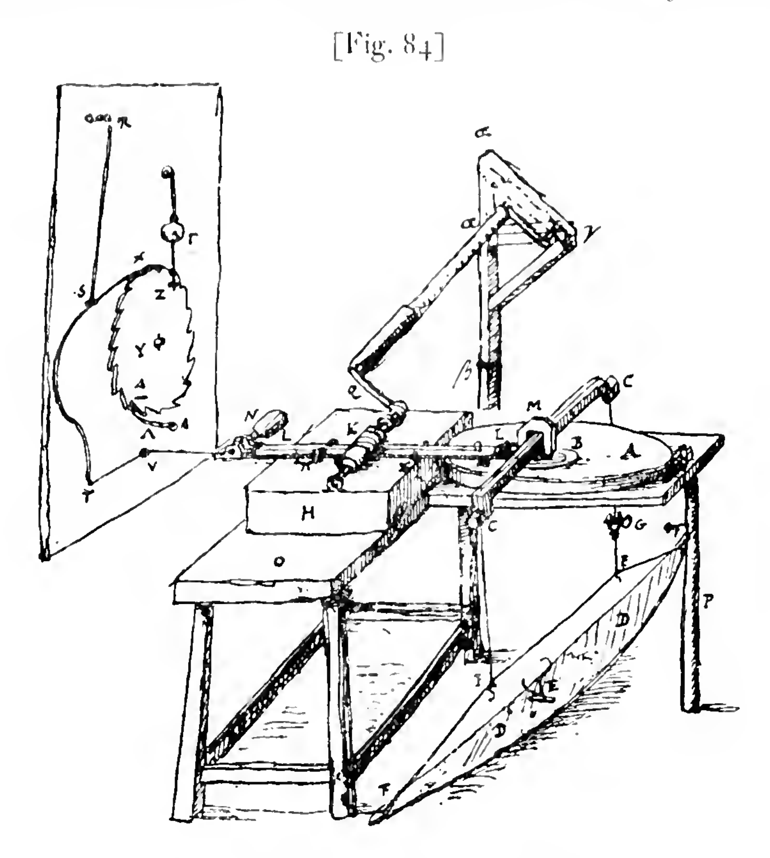
dans ſa partie centrale, puiſque la ſurface inférieure du verre ſe rétrécit alors par le froid tandis qu'il n'en eſt pas de même pour ſa ſurface ſupérieure.

Polir avec les mains ferait un fort grand travail, impoſſible même dans le cas de grandes lentilles de 5 à 6 pouces ou davantage. C'eſt pourquoi nous avons en premier lieu conçu et mis en œuvre un appareil [Fig. 84] pour ſerrer le verre contre l'écuelle autant que cela eſt néceſſaire, afin d'être délivrés de cette partie de la peine. Il conſiſte d'abord en un bâton CC dont la longueur eſt quelque peu ſupérieure à la largeur de l'écuelle A, tandis que ſa ſection droite eſt un carré dont le côté meſure environ $1\frac{1}{2}$ pouces; ſes deux bouts ſont courbés vers le bas de telle manière que les extrémités ou manches ſont de nouveau parallèles au bâton lui-même. Son centre porte une pointe de fer dont le bout eſt au niveau des dites extrémités [29]). Cette pointe eſt appuyée ſur la cavité de fer que nous avons dit être attachée à l'ardoiſe à la partie

tegen een kouder ſchotel aen komende, ſoo raeckt het meer aen de kanten als in midden, om dat ſijn onderſte ſuperficie in krimpt door de koude en de bovenſte niet.

Het polijſten met de handen ſoude ſeer grooten arbeydt ſijn, jae onmoghelijck in groote glaſen van 5 of 6 duijm en daer boven. Daer om hebben wij eerſt een machine

[Fig. 84]



[Fig. 84] bedacht en in 't werck geſtelt om het glas, ſoo veel als noodigh, tegen de ſchotel aen te drucken, ende alſoo van dit deel der moeijte ontſlagen te weſen. Deſe beſtaet vooreerſt in een hout CC wat langer als de ſchotel A breedt is, en ontrent $1\frac{1}{2}$ duijm vierkant. doch de twee eijnden of handvatten nederwaerts geboghen hebbende, en weder parallel met de lenghde der ſtock. In midden van dit hout ſteeckt een ijſere pen, wiens punt gelijck komt met het onderſte der voorſeijde handvatten [29]). Deſe pen druckt in het ijſere putje, 't geen wij geſeght hebben op de leij

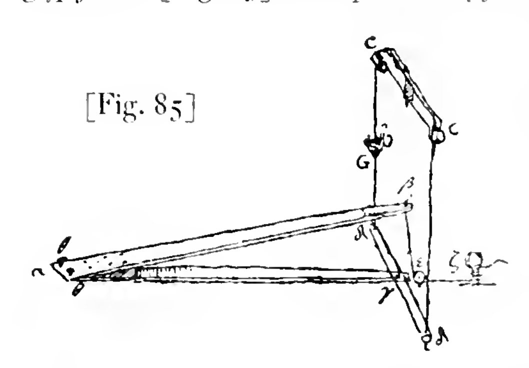
[29]) Ce „pen" ou pointe n'est plus visible dans la Fig. 84 puisque la machine fut corrigée plus tard (voir la suite du texte) et que c'est à cette nouvelle forme de l'appareil que la figure correspond. La pointe doit se trouver sous la main M.

inférieure de laquelle eſt collé le verre ou lentille B avec un anneau de gros drap entre les deux. Et pour que la pointe exerce une preſſion ſuffiſante, on diſpoſe d'un arc DD fait d'une planche de pin. Son épaiſſeur eſt de $\frac{1}{2}$ pouce, ſa longueur d'environ 5 pieds; au milieu ſa largeur eſt de 7 pouces, mais vers les bouts il s'amincit pour ſe terminer preſqu'en pointe. Cet arc eſt fermement attaché au plancher avec un crampon. A la corde FIF qui le tend on attache une autre corde en deux endroits dont la distance II égale la longueur du bâton CC[31]); cette corde paſſe par les courbes des manches et au-deſſus du bâton; enſemble avec l'arc DD il peut être tendu autant qu'on le déſire au moyen de la cheville G ſur laquelle la corde venant de C eſt enroulée et qui tient à une petite pièce de bois à laquelle la corde venant de I eſt attachée par en-deſſous. La forme A eſt placée ſur une ſolide planche carrée attachée d'un côté à une table et repoſant de l'autre ſur le bâton P. Aſſis et tenant le bâton CC par les deux manches nous faiſions exécuter à la lentille, en la tirant, un aſſez lent mouvement de va-et-vient ſur l'écuelle A, prenant ſoin de la tourner un peu après chaque période de 20 ou 25 paſſes. De cette manière elle ſe trouvait être entièrement polie en 2 à 3 heures. C'était un grand travail puiſque le verre, ainſi preſſé, gliſſe fort lentement ſur l'écuelle.

Au lieu de l'arc DD j'ai depuis eu l'idée de me ſervir d'un reſſort compoſé de deux planches de pin $\alpha\beta$ *et* $\alpha\gamma$ *fermement attachées à l'extrémité* α *à un billot coupé obliquement* [*Fig.* 85]. *Ces planches ont chacune une longueur d'environ . . . pieds*[32]), *la même que la table ſervant au poliſſage ſous laquelle elles ſont placées dans le ſens de la longueur, d'où réſulte qu'elles ne donnent pas d'embarras comme le faiſait l'arc DD qui dépaſſait de beaucoup la table d'un côté comme de l'autre. A l'extrémité* α *ces deux planches ont une largeur de 8 à 10 pouces et une épaiſſeur de . . . pouce*[32]). *Aux bouts* β *et* γ *elles ſe terminent preſqu'en pointe.* $\alpha\gamma$ *étant poſée ſur le plancher, on donne une certaine tenſion à la planche* $\alpha\beta$ *en tirant ſon extrémité* β *vers le bas avec la corde* $\beta\varepsilon\zeta$ *qui paſſe par une poulie* ε *viſſée dans le plancher et eſt enſuite enroulée et fixée ſur la goupille* ζ *également attachée au plancher. Au bout* γ *de la planche* $\alpha\gamma$ *eſt fixée en-deſſous avec une corde la traverſe de bois* $\delta\delta$, *dont les extrémités ſont attachées aux cordes* δ*CCG et* δ*G, dont la*

vast te sijn, daer het glas B, met een rondt van pij [30]) tusschen beijde, van onder teghen geplackt is. En om een genoeghsaeme perslingh te maecken, soo heeft men een boogh, gemaeckt van een gereijnen houte planck, van $\frac{1}{2}$ duijm dick, ontrent 5 voet langh, en in midden 7 duijm breedt, maer nae de enden bijnae spits toelopende. als hier DD. Dese werdt in de midden tegen de vloer vast gebonden aen een kram. Ende aen het touw FIF, dat daer op gespannen werdt, maecktmen een ander touw vast op twee plaetsen, welckers distantie II gelijck is aen de lenghde der stock CC [31]); loopende dit touw door de bochten der handvatten over deselve stock heen, en werdende te saemen met den boogh DD naer believen strack gespannen, door middel van de pen of steck G, daer het touw van C komende omgewonden is, en dewelcke in een houtje steeckt daer het touw van I komende onder aen vast is. De schotel A is geset op een stercke vierkante planck die aen d'een sijde aen een tafel vast is, en met d'andere sijde rust op de stock P. Vattende nu het hout CC bij beijde de handvatten en neder sittende soo trock men het glas met redelijck langhsaeme streecken gins en weer over de schotel A, keerende het ieder 20 of 25 streecken een weijnigh om, 't welck 2 a 3 uren duerde eer het volkomen gepolijst was, ende was een grooten arbeijdt dewijl het glas aldus geperst sijnde seer traegh over de schotel schuijst.

In plaets van den boogh DD, hebbe daer nae bedacht een veer van 2 gereijne planken te saem gestelt $\alpha\beta$ *en* $\alpha\gamma$, *op een scheuijns blockjen aen 't eijndt* α *wel vast gespijckert* [Fig. 85]. *Dese planken sijn ontrent ijder . . . voet langh, te weten* [32]) *soo langh als de polijstafel; onder dewelck sij inde lenghde geplaetst sijn; waer door geen embaras geven, gelijck den boogh DD, die aen weder sijden ver uijtstack. aen 't eijnde* α *zijn dese planken* 8 *a* 10 *duijm breedt en . . . duijm dick* [32]). *naer* β *en* γ *gaen se bijnae spits toe.* $\alpha\gamma$ *op de vloer leggende, soo spant men het eijnde* β *van de planck* $\alpha\beta$ *nederwaerts met het touw* $\beta\varepsilon\zeta$, *dat door een catrol* ε, *die in de vloer geschroeft is door gaet, en dan om de pen* ζ, *die mede in de vloer vast staet, gewonden en vast gemaeckt werdt. Onder het endt* γ *van de planck* $\alpha\gamma$ *werdt vast gemaeckt met een touw het dwarshout* $\delta\delta$, *aen welcker eijnden vast sijn de touwen* δ *CCG, en* δ*G. waer van 't eerste passeert*



[Fig. 85]

[30]) Le çonprimitive: „buffels leer" (cuir de buffle).
[31]) Il n'y a plus de lettres II dans la Fig. 84.
[32]) Les mots „ontrent ijder . . . voet langh, te weten" et „en . . . duym dick" ont à bon droit été omis par Boerhaave dans sa traduction latine.

première paſſe par les manches et au-deſſus du poliſſoir CC. La traverſe δδ n'eſt ſoulevée que peu du plancher de ſorte que les cordes δC reſtent longues et que le polisſoir CC a de l'eſpace pour exécuter un mouvement oſcillatoire pendant le poliſſage.

Le reſſort eſt attaché au plancher avec les deux clous ϑ, mais ceux-ci n'y ſont pas enfoncés juſqu'à la tête parce que le reſſort doit pouvoir s'élever un peu en α lorsqu'on tend la corde βεζ.

Or, pour rendre quelque peu plus aiſé le mouvement périodique de la lentille, nous avons ajouté à l'appareil décrit ci-deſſus encore cet autre diſpoſitif [Fig. 84]. M eſt une ſolide main de bois ou de fer avec, en deſſous, une ouverture carrée de ſorte qu'elle peut tenir le bâton facilement ſans le ſerrer. Cette main a une queue par laquelle elle eſt attachée à la planchette LL avec un coin qui paſſe par un crampon de fer attaché à la planchette *et dont la ſurface inférieure eſt de niveau avec le deſſous de M.* Cette planchette a une largeur d'environ $2\frac{1}{2}$ pouces et une épaiſſeur d'un demi-pouce; ſa longueur eſt égale à environ $1\frac{1}{2}$ fois le diamètre de l'écuelle. Elle peut faire des mouvements de va-et-vient ſur le billot H attaché à la table O et de hauteur telle que la planchette ſe trouve environ un pouce au-deſſus de la ſurface de l'écuelle. Les petits crochets de bois π, ainſi que les goupilles Σ, empêchent le mouvement d'être autre que droit en rendant impoſſible le ſoulèvement de la partie poſtérieure. En outre nous avons poſé ſur le milieu du billot H un ſolide axe de fer qui tourne dans deux ouvertures rondes et porte en ſon point milieu un petit rouleau de bois d'un diamètre d'environ $1\frac{1}{2}$ pouce, fermement attaché à lui par une goupille de fer qui le traverſe. À travers deux trous forés dans ce petit rouleau, leſquels ſont élargis à une de leurs extrémités, paſſent des cordons ſolides avec des noeuds qui n'émergent pas du rouleau. Ces cordons ſont l'un et l'autre enroulés ſur lui de quelques tours; l'un d'eux eſt attaché à une goupille courte fixée dans la planchette LL, l'autre eſt enroulé ſur la cheville N au moyen de laquelle il eſt tendu à volonté. Une manivelle de fer Q eſt attachée à l'une des extrémités de l'axe ſuſmentionné; elle eſt longue de 5 pouces environ et a un manche de bois avec lequel on peut la tourner alternativement dans l'un et l'autre ſens, ce qui fait que la planchette LL eſt tirée avec force tantôt d'un côté tantôt de l'autre et la lentille B de même de telle manière qu'elle dépaſſe le bord de l'écuelle des deux côtés environ d'un tiers de ſa largeur; en même temps, comme nous l'avons dit plus haut, la lentille eſt preſſée contre l'écuelle par le bâton CC et le reſſort DD. La pointe qui la preſſe a une poſition un peu oblique par le fait que le bâton CC ſe meut aſſez lâchement dans la main M. Ceci eſt néceſſaire pour que le verre gliſſe ſur l'écuelle ſans trembler. *Cette obliquité de la pointe doit toutefois être faible et en cas d'excès on peut augmenter la groſſeur du bâton CC au milieu afin que la main M y ait une priſe plus ferme. Dans le deſſous de la planchette LL on fixe deux petites goupilles de fer qui heurtent de part et d'autre contre le billot H et empêchent ainſi qu'elle ne ſoit tirée plus loin que ne l'exige le mouvement de la lentille ſur l'écuelle.* Cette dernière, ou plutôt la pierre à laquelle elle eſt attachée, a été ſerrée entre le billot H et une goupille qui tient à la partie

door de eijnden en over het polijst hout CC. Het hout δδ werdt maer weijnich vande vloer gelicht, waer door de touwen δ C langh blijven, en het polijst hout CC ruijmte heeft om in 't polijsten gins en weer te gaen.

Met de 2 spijckers & is de veer aen de vloer vast, doch dese spijckers en sijn niet tot het hooft toe in geklopt om dat de veer in α wat rijsen moet als men het touw βεζ spant.

Om dan dit gins en weder trecken gemackelijker te maecken, soo hebben wij tot de voorschreven machine noch dese andere bijgevoeght [Fig. 84]. M is een stercke houte of ijsere handt, van onder vierkantich hol, soo datse de stock CC ruijm en sonder klemmen kan omvatten. Dese heeft een steert daer mede sij vast gemaeckt wierdt aen het planckje LL, met een wigghe die door een ijsere kram gesteecken werdt, die op het planckje vast is, *wiens onderste superficie met de voorste beck van M gelijck komt.* Dit planckje is ontrent 2½ duijm breedt, ½ duym dick; en ontrent anderhalfmael de schotels diameter langh. Het kan gins en weder schuijven op het block H, t welck op de tafel O vast is en soo hoogh dat het planckje een duijm ontrent boven de superficie van de schotel verheven is. De houte haeckjes τ, en pennetjes Σ, beletten dat het anders als recht gae, als mede dat het achter niet op en lichte. Voorts is midden over 't block H een stercke ijsere as geleght, die in 2 ooghen draeijt, en in midden een houte rolletje van ontrent 1½ duijm dick heeft, met een ijsere pennetie dat dwars door gaet wel vast daer aen gehecht. Door twee gaten in dit rolletie geboort en aen d'een sijde wijdt uijtgeholt steecken stercke touwtjes met knopen daer voor die evenwel niet buyten 't rolletie uytsteken; en dan ieder van dese eenighe touren om het rolletje gewonden, en het eene vast gemaeckt aen een korte pen die in 't planckje LL vast steeckt; het andere op de steek N gewonden zijnde, door welcke dit touw naer believen gespannen werdt. Voorts is aen het een eijnde vande voors. as een ijsere swengel Q, ontrent 5 duijm langh, met een houte handvat, waer bij nu dus, en dan weder contrariè omgedraeijt sijnde, soo wierdt het planckje LL met kracht gins en weder getrocken en met eenen het glas B soo dat aen weder sijden ontrent ⅓ over den boord der schotel komt, terwijl het door de stock CC, en veer DD, als voorseijt is, tegen de schotel geperst werdt. De pen die daer op druckt valt een weijnich scheuijns over, door dien de stock CC eenighe ruijmte heeft in de handt M. En dit is noodigh om het glas sonder beven over de schotel te doen schuijven. *Doch evenwel moet dit overleggen van de pen seer weijnigh sijn, en als het te veel is kan men de dickte van de stock CC in 't midden verhooghen, om soo veel dieper in de handt M gevat te werden. Men steeckt 2 ijsere pennetjes van onder in 't planckje LL, dewelcke ten weder sijden tegen het block H steuijtende beletten dat het niet verder en werdt getrocken als het glas op de schotel van noode heeft.* De schotel, of liever de steen daer deselve op vast is, werdt geperst tusschen het block H, en een pen die

oppofée de la planche, au moyen d'un coin enfoncé entre les deux. En opérant on eft affis fur un petit banc rond ou efcabelle, et lorfqu'un des bras eft fatigué on tourne avec l'autre; comme on n'eft pas obligé de mouvoir le corps entier cette manière de polir eft beaucoup moins fatiguante que celle où il fallait tirer avec les bras tantôt dans un fens tantôt dans l'autre. *Plus tard nous avons conftruit cette manivelle en plus grande longueur et telle qu'on peut la tourner en tenant l'un ou l'autre des deux bouts ce qui permet auffi d'opérer avec les deux mains fimultanément.*

Pour tourner un peu la lentille après chaque période de 20 ou 24 paffes, comme cela eft néceffaire, on la fait avancer d'une main jufqu'au contour de l'ardoife tandis qu'on la tourne de l'autre, ce qui fe fait fans peine.

Il eft également néceffaire de déplacer un peu l'écuelle toutes les fois qu'on a fait 25 ou 50 paffes. Un déplacement de la demi-largeur d'un brin de paille fuffit. Il fe fait vers ce côté-là de la route parcourue par la lentille où pour le moment celle-ci ne fe trouve pas; après 25 ou 50 nouvelles paffes il fe fera du côté oppofé. Au commencement du poliffage on voit le tripoli amaffé par ci par là en petites plaques fur la route de la lentille, mais celles-ci f'effacent bientôt et le chemin du parcours devient entièrement égal.

Lorfqu'on aperçoit que le tripoli n'a pas affez de prife fur le verre ce qui fe reconnaît au fait qu'il ne f'y attache pas en lignes droites et fines, il faut de nouveau mettre la poèle plate contenant du feu au deffus de la route de la lentille jufqu'à ce qu'on fent qu'en ces parages l'écuelle eft un peu plus chaude ou du moins un peu moins froide qu'ailleurs. Alors il faut de nouveau „écrire" fur l'écuelle avec du tripoli et y paffer la lentille à la main pour voir f'il prend également, et ne continuer le poliffage que f'il en eft ainfi. On enduit auffi parfois de la même manière la route de tripoli fans chauffer l'écuelle, ceci pour mieux entretenir la route et auffi pour faciliter quelque peu la prife. C'eft ce qu'on peut répéter à chaque période de 200 ou 400 paffes.

N.B. *Depuis que nous avons pris du vitriol au lieu de vert-de-gris ce que nous difons ici du chauffage de l'écuelle n'eft plus néceffaire puifque le fond fur lequel fe meut la lentille y prend maintenant toujours avec beaucoup plus de fermeté qu'auparavant* [33]).

On peut auffi, toutes les fois qu'on a fait 200 paffes, enlever la lentille de la forme; à cet effet il faut défaire le coin qui ferre la main M contre la planchette et foulever le bâton CC qui preffe le verre. Alors on nettoie une bande du verre en y paffant un doigt ou un petit morceau de linge ou de cuir bien propre, pour voir combien le travail eft avancé.

---

[33]) D'après le deuxième alinéa de la p. 296 qui suit cette remarque a été ajoutée en 1686 (date de l'Appendice IV) ou plus tard.

aen d'overſijde in de planck ſteeckt, met een houte wigghe tuſſchen beijde in te douwen. Men ſit op een rondt banckjen of ſchabel als men dit werck doet, en als den eenen arm moede is, ſoo draeijt men met den anderen; maer dewijl men niet van noode heeft het lijf verder te beweghen ſoo vermoeijt deſe manier van polijſten veel min als doen men de ſtock CC met d'armen gins en weer moſt trecken. *Wij hebben daer nae deſe ſwengel lang gemaeckt en draeyende op beijde eijnden om alſoo met 2 handen te gelijck te konnen draeijen.*

Om het glas ieder 20 of 24 ſtreecken wat om te draeijen 't welck noodigh is, ſoo treckt men het ſelve met d'eene handt bij de buijtenſte circonſerentie vande leij, terwijl het met d'andere voort gewonden werdt, 't welck ſonder moeijte geſchiedt.

Het is ook noodigh de ſchotel alle 25 of 50 ſtreecken een weynigh te verſetten, alleenlijck een half ſtroobreedt deſelve verruckende, aen die ſijde der baene daer het glas niet en is; en 25 of 50 ſtreecken daer nae, wederom contrarie deſelve verſchuijvende. In 't eerſte van 't polijſten, ſiet men de tripoli op de baen hier en daer met kleijne plackjes vaſt ſitten, doch deſe gaen daer nae wegh, en de baen werdt t' eenemael effen.

Als men gewaer werdt dat de tripoli niet genoegh op 't glas en vat, ſittende niet eenparigh met rechte en ſijne ſtreepen daer over, ſoo moet men de platte pan met vier weder over de baen ſetten, tot dat men even voelt dat de baen ietwes warmer of min koudt is als d'andere deelen van de ſchotel. Dan moet men weder met tripoli daer over ſchrijven, en ſtrijcken het glas met de handt daer over, om te ſien of het gelijck vat; en dan eerſt voort polijſten. Men ſchrijſt oock wel altemets met de tripoli over de baen ſonder de ſchotel te warmen, en dat om de baen te beter te onderhouden en oock het glas eenighſins beter te doen vatten, men kan het ieder 200 of 400 ſtreecken repeteren.

N.B. Sedert dat wij vitriool in plaets van ſpaenſgroen genomen hebben, ſoo is 't geen hier geſeght werdt van 't verwarmen der ſchotel onnoodigh, dewijl de gemaeckte baenen nu altijdt wel vatten op 't glas en veel vaſter houden als te vooren [33]).

Alle 200 ſtreecken kan men oock het glas eens afnemen, maeckende de wigghe los die de handt M aen het planckje hecht, en lichtende dan de ſtock CC van het glas af. Dan veeght men een ſtreep daer over, met een vinger of een ſchoon doeckje of leertje en men ſiet hoe het vordert.

Pour épargner la peine de compter les passes une roue de bois Y d'un diamètre de 7 ou 8 pouces est parallèlement attachée à une planche fixée contre le mur; cette roue qui tourne sur son axe avec facilité a 24 dents dont l'ensemble affecte la figure d'une scie. Elles sont poussées par l'aiguille de cuivre SX attachée par un petit rond au ressort de fil de cuivre RST qui est cloué en R sur la planche. Ce ressort est tiré par un cordon qui part de T, traverse l'ouverture ronde V et se prolonge ensuite jusqu'au bout de la planchette LL à laquelle il est attaché. Par ce moyen la roue Y est avancée d'une dent après chaque couple de passes, et toutes les fois qu'une des deux aiguilles Z ou Δ qu'elle porte vient en contact avec le fil de cuivre Γ Z et le laisse de nouveau échapper, on entend résonner la sonnette Γ attachée à ce fil, par où l'on sait qu'il s'est fait 24 passes et que la lentille doit être tournée d'un certain angle.

On peut en outre attacher au billot H à côté de la planchette LL un compteur à 3 ou 4 index arrangés suivant le système des nombres décimaux, et lier son cordon à l'extrémité de cette planchette: par ce moyen on connaîtra le nombre des passes sans aucune peine de compter ou de noter.

Une lentille d'un diamètre de 5 ou 6 pouces exige environ 3000 passes pour devenir parfaitement reluisant des deux côtés.

Il faut bien observer si l'on ne remarque plus de parties grisâtres au de taches au milieu de la lentille: ailleurs le verre paraîtra limpide beaucoup plus tôt. On les reconnaît par la réflexion d'une chandelle ou de la clarté du jour, l'autre côté de la lentille ayant été enduite de suie.

Lorsqu'on est d'avis que la lentille a été suffisamment polie, il faut, pour l'enlever de l'ardoise et du cuir, la chauffer sur un réchaud jusqu'à ce que le ciment devient si mou qu'on peut la détacher de lui. On ôte alors le ciment qui y reste avec un petit linge chaud et ensuite avec un autre petit linge imbu d'huile ou de suif, enfin avec d'autres morceaux de linge plus propres ou bien avec une serviette également neuve.

Si après tout on trouve que le polissage est encore imparfait (car en ceci on se trompe souvent) on peut continuer à polir après avoir de nouveau collé la lentille comme auparavant et l'avoir nettoyée et dégraissée comme il a été dit ci-dessus. À ce but on peut aussi renouveler le fond de l'écuelle si le premier a péri ou est devenu défectueux par ablution ou usure, pourvu qu'aucune autre lentille n'ait entretemps été polie sur la même forme.

Pour la dite ablution des fonds il faut verser sur eux un peu de vinaigre [34]).

---

[34]) En 1673 (T. VII, p. 318) Huygens écrit que Lebas nettoie „la forme de l'Emeril . . . en y mettant du vinaigre meslé d'un peu d'eau forte".

Om de moeijte van 't tellen te ontgaen, is op een planck die tegen de muer vast gemaeckt is, een houte radt Y van 7 of 8 duijm diameters, plat tegenaen geleght dat op sijn as seer licht omdraeijende, heeft 24 tanden, saeghsgewijs ingesneden. Dese tanden werden voort gestooten door het kopere stiftje SX, twelck met een ooghje vast is aen de veer van koperdraet RST, die in R op de planck gespijckert is. Dese veer werdt getrocken door een touwtje dat van T door het oogh V gaet, en daer van daen voorts tot het eijnde van 't planckje LL, daer het aen vast is. Hier door werdt dan het radt Y ieder twee streecken een tandt voort geset, en telkens als een der 2 pennetjes Z of Δ, die daer op staen, tegen het koperdraet ΓZ aen komen, en 't selve weder laeten slippen, soo klinckt de bel Γ die aen dit koperdraet vast is. Waer door men weet dat er 24 streecken gepasseert sijn, en dat het glas wat omgeset moet werden.

Behalven dit soo kan men noch een Passeller (hebbende 3 a 4 wijsers met thiende voortganck) op het block H neffens het planckje LL vast maecken, en sijn touwtje aen 't uyterste van dit selve planckje binden, waer door men sonder eenighe moeijte van tellen of aenteyckenen kan weten hoe veel streecken men gepolijst heeft.

Een glas van 5 of 6 duijm diameter heeft al ontrent 3000 streecken van nooden om wel schoon te sijn, dat is te seggen aen ieder sijde.

Men moet wel toonen of men in 't midden van 't glas, alwaer het aen d'ander sijde beroockt is, geen graeuwicheijdt of stippelen aen de reflexie van de keers of lichten dagh meer gewaer en werdt, want de andere deelen van 't glas al veel eer schoon gelyckenen.

Als men vindt dat het glas genoegh gepolijst is, soo moet men het om van de leij en leer af te krijgen, over een cassoor met vier warm maecken tot dat het cement soo weeck werdt, dat men 't glas kan afschuijven. Dan vrijst men 't geen daer noch aen sit met een warm doeckjen af, en daer nae met een ander doeckje dat met olie of kaerssmeer vet gemaeckt is, en dan voorts met schoonder doeckjes of een schoone servet.

Soo men het glas niet schoon genoegh uytgepolijst bevindt (want hier in bedrieght men sich al veeltydts) soo kan men het noch meer polijsten, plackende het weder als te voren op, en wel schoon af vegende en schrael maeckende als hierboven is geseght. Men kan oock wel een nieuwe grondt op de schotel hiertoe leggen indien d'eerste afgewasschen of anders onbequaem is, mids dat ondertusschen geen ander glas op de schotel geslepen zij.

Om dese gronden af te wasschen, moet met wat azijn daer op gieten [34]).

Traduction du texte latin de 1692 (Manuscrit H) imprimé à la p. 816 du T XIII (comparez la fin de l'Avertissement qui précède): Le ressort de la table pour polir pourrait être attaché en haut avec des soliveaux [au lieu d'être attaché au plancher], pour que les bâtons qui

presseraient alors la lentille puissent être plus longs que ne le sont à présent les cordes qui tirent trop obliquement vers les bords de la forme.

Ceci serait surtout utile, ou plutôt devrait nécessairement être fait, si nous voulions polir des lentilles concaves. Dans ce cas on achèverait d'abord leur surface convexe, et ensuite la surface concave en mouvant l'écuelle de métal sur le verre immobile. Après tout, nous pourrions cependant aussi exécuter cette partie du travail en nous servant de la traction de cordes comme jusqu'ici.

On pourrait aussi rehausser la table d'un ou deux pieds, et le siège de l'opérateur en même temps, pour qu'il puisse tourner la manivelle avec moins de peine.

Les p. 817 et 818 du T. XIII contiennent encore quelques remarques en français, également tirées du Manuscrit H, qui se rapportent à ce sujet.

APPENDICE I

AUX MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN VAN GLASEN TOT VERREKIJCKERS.

1667 [1]).

A. 17 Mars 1667. Il faut faire des pieces de verre quarrees de 10 pouces et de l'epaiſſeur de 4 lignes et taſcher de les rendre les plus plattes et unies que l'on pourra, et que la matiere ſoit bien blanche et tranſparente, ſans que pourtant elle ſoit ſujette a jetter du ſel et ſe ternir par apres. Et qu'elle n'ait auſſi guere de petits points et ſurtout nulles veines. La quelle derniere qualitè ne pouvant eſtre jugee que lors que le verre eſt poli, il faudra faire travailler ces pieces des 2 coſtez comme l'on fait les glaces & miroirs. Mais il ſuffira de commencer par une ou 2 pour veoir ſi la matiere eſt bonne, apres quoy l'on en ſera d'avantage. Il faut taſcher de faire le moins de levees pour chaſque piece quarree qu'il ſera poſſible et le meilleur ſeroit ſi l'on n'en faiſoit qu'une.

B. 2 Nov. 1667. L'on mettra dans le fourneau un pot apart avec de la matiere pure et rafinee au poſſible (en marge: manganeſe, ſoude), et on la laiſſera plus longtemps au feu qu'a l'ordinaire, afin qu'elle ſe purge des petites bulles ou points dont les glaces de miroir ſont remplies. Il faut auſſi faire en ſorte qu'elle ſoit plus blanche et tranſparente que les glaces ordinaires ſans pourtant eſtre ſujette a jetter du ſel et ſe ternir par apres; et ſurtout qu'elle n'ait point de veines comme l'on en voit ſouuent aux glaces, quand on tient un papier derriere. La matiere eſtant cuite, l'on en ſera des plaques de 10 pouces en quarrè et eſpaiſſes de 4 lignes environ et l'on fera le moins de levees pour chacune qu'il ſera poſſible parce que les veines s'engendrent par la. On en polira quelques unes pour juger de leur bontè.

---

1) Les deux Piéces sont empruntées a la p. 152 du Manuscrit C.

APPENDICE II

AUX MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN VAN GLASEN TOT VERREKIJCKERS.

1669 [2]).

Maniere de tailler les verres ordonnée a un Ouurier.

1669. Formè avec du grez. Douci avec du fable fin de Belleville. Molette de bois en hemifphere. avec 3 efpaiffeurs de drap.

Poli avec moitiè potee d'eftain moitiè mine de fer meflez enfemble fur 2 draps et un cuir couchez fur la forme de cuivre.

La forme eftoit raijee par quarrez. Eftoit de diametre de 10 pouc. le verre de 6 pouc. pour une lunette de 45 pieds. convexe de deux coftez egalement.

---

[2]) Manuscrit D, p. 233. La p. 235 porte la date du 21 Novembre 1669.

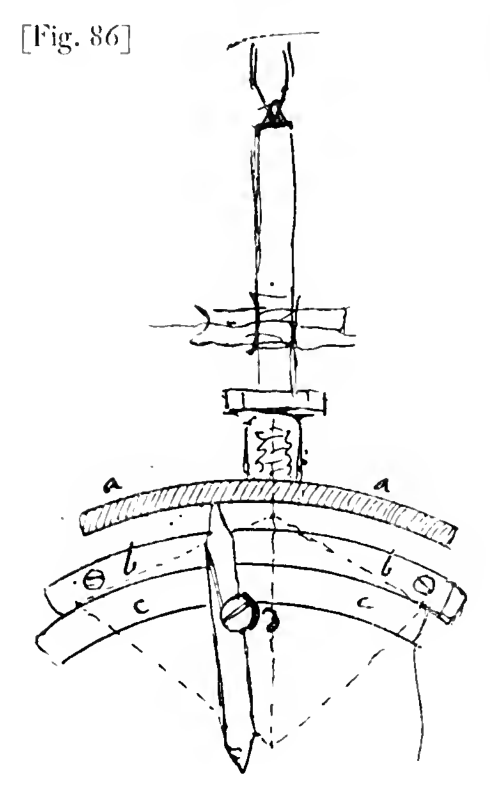
APPENDICE III

AUX MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN VAN GLASEN TOT VERREKIJCKERS.

[1682] [3]).

Methode excellente et eprouvée pour donner la forme ſpherique parfaite aux formes de leton qui ſervent au travail des verres des teleſcopes.

[Fig. 86]



aa la forme de leton attachee au tour. *bb* [Fig. 86] platine creuſe attachee devant la lunette du tour. *cc* platine convexe mobile ſur la quelle eſt attechée une planchette. Et ſur cette planchette eſt attachè l'outil d'acier par une vis de bois *d* qui le ſerre de coſtè.

Les platines *bb* et *cc* eſtant appuyees ſur un meſme plan cette derniere gliſſe contre l' autre.

---

[3]) Manuscrit F, p. 107. Les p. 101 et 112 portent respectivement les dates du 8 février et du 16 avril 1682.

APPENDICE IV

AUX MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN VAN GLASEN TOT VERREKIJCKERS.

1686.

Le 5 février 1686 nous avons commencé à former une excellente lentille de 124 pieds [1]) de la matière de Bois-le-Duc, pour faire un essai de la bonté de cette matière. D'abord nous égalisâmes les surfaces du verre sur l'écuelle de fer. Après cela nous rodâmes le verre sur cette écuelle au moyen de l'arc qui permet d'aplanir les „dos". La première fois nous polissions un peu seulement, uniquement dans le but d'examiner la matière. Le jour suivant nous essayâmes de polir davantage mais le contact avec l'écuelle fut trop étroit vers le milieu, je crois à cause du gel qui avait apporté quelque changement soit à l'écuelle soit au verre. Plus tard, lorsqu'il s'agissait de donner par le rodage une nouvelle courbure à un des côtés qui avait en ce moment un rayon de courbure de 85 pieds, nous avons d'abord rendu la surface à moitié plane sur la forme de fer, ensuite nous lui avons donné la figure désirée, avec de gros grains d'émeri, dans une forme de 204 pieds. Ensuite nous avons formé [l'autre côté] avec le même émeri dans une écuelle de 85 pieds, mais seulement après avoir brisé les plus gros grains à l'aide d'un verre précurseur. Après que [l'un et l'autre côté de] la lentille avait reçu la bonne forme, nous l'avons polie $\frac{1}{4}$ d'heure avec de l'émeri de 40 secondes, puis avec de l'émeri de 100, puis de 200, chaque fois de nouveau $\frac{1}{4}$ d'heure, enfin $1\frac{1}{2}$ heure avec de l'émeri de 400 secondes. Durant le polissage nous avons bien serré la lentille contre l'écuelle, auquel but nous avons pris peu de distance entre les cordes, de sorte qu'on entendait toujours le raclement du verre sur la forme jusqu'à ce que sa surface fut, à la fin de l'opération, devenue extrêmement lisse.

[1]) D'aprés la suite cette lentille biconvexe a distance focale de 124 pieds n'etait pas de forme symetrique: les rayons de courbure des deux côtés (c'est ainsi du moins que nous croyons devoir comprendre le texte) etaient respectivement de 204 et de 85 pieds. En effet, la formule $\frac{1}{f} = (n-1)\ (\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2})$ donne, pour $f = 124$, $R_1 = 204$ et $R_2 = 85$, n (indice de refraction) $= 1.54$. L'épaisseur de la lentille (qui, d'aprés la p. 262 qui précède, où il est question du verre de Bois-le-Duc, était $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ pouce, en d'autres termes de $\frac{1}{24}$ à $\frac{1}{16}$ pied) pouvait être négligée dans ce calcul.

APPENDICE IV

AUX MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN VAN GLASEN TOT VERREKIJCKERS.

1686.

Den 5 Febr. 1686, een excellent goedt glas geslepen van 124 voet [1]), van de Bossche stof, om te proeven of die goedt was. Eerst op d'ysere schotel even dick gemaeckt. Daer nae op de selve gedraeijt met den boogh aen weder sijden om de ruggen wegh te krijgen. Voor d'eerste reijs maer weynigh gepolijst om alleen de stof te examineren. 's Anderen daeghs geproeft meer te polijsten doch vatten te veel in 't midden van t glas, soo ick geloof om de vorst die eenighe verandering aen de schotel of aen 't glas gemaeckt hadde. Daer nae om de sijde van 85 te verslijpen, eerst een stuck weeghs plat gemaeckt op d'ijsere schotel, daer nae voort geformeert inde schotel van 204 voet met de grove ameril. En doen met deselfde ameril geformeert inde schotel van 85. maer met een voorlooper eerst de grofste greijnen aen stuck gebroocken. Nae dat geformeert was en de ameril redelyck sijn geworden, doen met die van 40 seconden $\frac{1}{4}$ uijrs geslepen; daar nae met die van 100 seconden, en van 200 ieder mede $\frac{1}{4}$ uijrs. Endelijck met die van 400 seconden $1\frac{1}{2}$ uijr. In 't slypen altijdt dicht tegen de schotel aen gehouden, met de touwen dicht op een te maecken, soo dat men 't glas altijdt hoort schuiren op de stof tot in 't eijnde dat die op 't aldersijnste gekomen is.

Je parcourus la forme entière avec le verre précurfeur chaque fois que j'y avais mis une nouvelle forte d'émeri. C'eft ainfi qu'on évite toutes les raies.

Je poliffai la première furface avec du cuir de buffle entre le verre et l'ardoife (en marge: N.B. nous nous fervions encore en ce moment de vert-de-gris au lieu de vitriol [2]) qui eft infiniment meilleur). La lentille reluifait de ce côté autant vers les bords qu'au milieu.

Avant le poliffage j'avais frotté le verre fur le linge enduit de tripoli. Nous obfervions que l'ardoife fe tournait de préférence vers le même côté que durant le poliffage précédent; nous penfions devoir conclure que ceci provenait d'une certaine inégalité dans la preffion du cuir de buffle (en marge: le cuir de buffle [3]) ne fut pas trouvé bon), d'autant plus que le verre criait lorfque l'ardoife était tourné de ce côté, de forte que peut-être beaucoup de lentilles affez minces ont été gâtées de cette manière. Nous collâmes un anneau de gros drap fur l'ardoife au lieu du cuir de buffle pour nous fervir de celui-ci dans le poliffage de l'autre côté.

Je ne fis que 900 paffes en poliffant le premier côté, ce qui me fembla fuffifant; mais il eût été bon d'en faire un peu davantage.

Je rodai l'autre côté dans la même écuelle de 204 pieds qui avait déjà fervi à ce but [4]) en preffant toujours affez vigoureufement avec le bâton ce qui apparemment fait du bien, et je me fervis de matière à polir fine, égalifée par le précurfeur.

Je ne mis pas l'écuelle en état après le rodage puifqu'elle n'avait pas été employée, penfai-je, pour donner au verre une forme entièrement nouvelle; mais j'avais oublié d'avoir dernièrement rodé l'autre côté dans la même écuelle, comme cela a été dit plus haut. Par conféquent j'éprouvai maintenant, en me fervant de la matière de 200, une certaine réfiftance au mouvement. Toutefois, après avoir mis le réchaud hors de la chambre, je ne fentis plus cette réfiftance en me fervant de la dernière matière de 400. Je rodai de la même manière (expliquée ci-deffus) que pour l'autre côté. Lorsque je mis l'écuelle en état pour le rodage, il fembla y avoir au milieu une certaine convexité ou du moins une moindre concavité, attendu que ce fut là que la teinte brune difparut en premier lieu de forte que l'écuelle y reluifait plus que vers les bords; j'ai compris plus tard que cette circonftance était due auffi au fait qu'avant le rodage l'écuelle n'avait pas été mife en état avec la pierre. Je pris cette fois un peu plus de temps que d'habitude pour mettre la forme en bon état. Enfuite je frottai le verre contre le linge et le poliffai en partie le même foir, mais je fus obligé de préparer une nouvelle route pour le parcours du verre puifque la première s'ufait en montrant de

[2]) Comparez la p. 286 qui précède.

[3]) Comparez la note 30 de la p. 283 qui précède, ainsi que celles des p. 275 et 277.

[4]) Si ceci fignifie que Huygens et son frère finirent par donner aux *deux* surfaces de la lentille une courbure de 204 pieds, la distance focale de la lentille ne peut apparemment plus avoir été de 124 pieds: elle a dû être d'environ 189 pieds.

Yder verſcheijde ameril die ick op de ſchotel dede, liep ick over met de voorloper brengende die over de heele ſchotel. Hier door worden de ſchrabben gemijdt.

Deſe ſijde polijſte ick met buffelſleer tuſſchen het glas en de leij (en marge: N.B. Wij beſichden doen noch ſpaenſgroen [2]) in plaets van vitriool die ongelyck beter is). Blonck even ſoo veel aen de kanten als in midden. Ick had het glas over den doeck met tripoli gevreven voor het polijſten. Wij remarqueerden dat de leij affecteerde te ſtaen even ſoo gedraeyt als wij die in 't voorgaende polijſten van dit glas geſien hadden. waer uijt beſloten dat dit moſt komen van eenige ongelycke druck van het buffelsleer (en marge: buffelsleer [3]) niet goedt gevonden); te meer om dat het glas plaght te ſleuyten als de leij dus gedraeijt ſtondt, ſoo dat hier door miſſchien veel glaſen die wat dun waaren bedorven ſijn. Wij plackten een rondt van dicke pij op de leij in plaets van 't buffels leer, om te gebruijcken in 't polijſten van d'andere ſijde.

Deſe eerſte ſijde 'polijſte ick maer 900 ſtreecken en ſcheen doen genoegh te ſijn. maer het waer beter geweeſt noch wat meer te geven.

De andere ſijde ſliep ick maer weder rouw in de eyghe ſchotel van 204 voet daer ſe in geſlepen geweeſt was [4]), altijdt redelijck hard met de ſtock druckende 't welck apparent goedt doet: en gebruijckte de ſijnder ſormeer ſtof, met de voorlooper geeffent. Ick maeckten de ſchotel niet op nae het rouw ſlijpen, om dat het geen formeren van nieuws geweeſt was. Doch en bedacht niet dat ick de ander ſijde in deſe ſchotel nu laetst geformeert hadt als boven geſeijdt is. Waer door ick oock in 't ſlijpen met de ſtof van 200 nu eenich klemmen gewaer wierdt. Even wel nae dat het kaſſoor met vier buijten de kamer geſet hadde, ſoo en voelde geen klemmen meer met de laetſte ſtof van 400. Dit ſlijpen dede ick op de ſelſde manier als geſeght is van d'ander ſijde. Als ick de ſchotel opmaeckte voor het polijſten, ſoo ſcheen daer eenighe bolligheydt, dat is minder holligheydt, in 't midden te ſijn, dewijl daer ten eerſten de bruijnicheydt wegh ging en meer blonck als naer de kanten, 't welck ick daer nae bedacht heb mede daer van daen te komen dat de ſchotel voor het op ſlijpen niet op gemaeckt was met de ſteen. Ick was wat langer als ordinaris om die nu te deegh op te maecken. Daer nae vreef ick het glas over den doeck, en polijſten het een ſtuck weeghs dien avondt, maer moſt een nieuwe baen maecken om dat d'eerſte met breede ſtreepen afsleet.

larges lignes. Le lendemain je continuai le poliſſage juſqu'à 1200 paſſes, le contact n'étant pas auſſi bon qu'il aurait pu l'être. De plus les reſtes des petites plaques blanches [5]) demeuraient viſibles, et la lentille ſe montrait aſſez capricieuſe et ſujette à tourner, de ſorte que je doutais fort ſi elle ſerait bonne (en marge: la rotation ſpontanée du verre pendant le poliſſage n'eſt pas un ſigne certain de non-réuſſite). Les bords n'étaient que tolérablement achevés lorſque je ceſſai d'opérer. Le verre était collé ſur du gros drap, lui ſeul ayant été enduit de ciment. Cette fois il ne cria pas. Je n'avais centré le verre ſur la molette qu'avec le compas, non pas avec le verre-à-circonférences; c'eſt donc peut-être à cauſe d'une petite excentricité que la lentille ſe montrait quelque peu rebelle et ſujette à tourner. Je l'aidai de la main à parcourir ſa route également pour toutes les parties du bord. Attendu qu'il y avait deux routes, que le poliſſage s'effectuait par deux parcours de différentes amplitudes, çà et là un ſillon ſe produiſait dans le verre. Pour éviter cet inconvénient, il ſerait peut-être bon de ne pas „écrire" ſur l'orbe avec le tripoli mais de l'y frotter avec de la peau de chamois ou autrement; de cette façon il ne reſterait pas ſi aiſément ſur l'orbe des grains de ſable tels qu'en contient le tripoli. Je crois auſſi qu'il eſt bon de bien achever le profil pour qu'il n'arrive pas que pendant le poliſſage de petits morceaux de verre ſe détachent et raient la lentille; d'autre part ceci eſt évidemment bon pour empêcher l'uſure de la route. On peut auſſi commencer par faire parcourir celle-ci par un précurſeur. Je ne ſais pas bien pourquoi dans le poliſſage le premier côté de la lentille devenait ſi également luiſant aux bords et au milieu, mais j'eſtime que pour obtenir cet effet il ſerait bon d'effectuer la dernière miſe en état de l'écuelle par un faible mouvement des pierres, parce que, lorſque dans ce mouvement on dépaſſe largement les bords, l'écuelle devient un peu moins concave qu'elle ne l'était durant l'opération précédente de ſorte que pendant le poliſſage les bords du verre n'y touchent pas bien. C'eſt pourquoi il eſt préférable de rendre, autant que poſſible, l'écuelle plus concave avant le poliſſage. En poliſſant la préſente lentille on voyait toujours au milieu un endroit brun où le tripoli était plus mince, excepté vers la fin, de ſorte que ceci n'eſt pas auſſi mauvais ſigne que nous l'avions cru. Cet endroit n'avait pas de convexité ou „dos"; lorſqu'il s'en produit c'eſt un fort mauvais ſigne, mais je penſe que la faute en a été ſouvent au cuir de buffle, ſurtout dans le cas de lentilles minces. Je crois qu'en changeant de matière on pourrait polir de très grandes lentilles dans des écuelles dont les dimenſions ne ſurpaſſeraient les leurs que de peu; vers la fin il faudrait ſe ſervir d'une matière rendue fine par le poliſſage d'une autre lentille ſur une autre forme.

[5]) Comparez le troisième alinéa de la p. 286 qui précède.

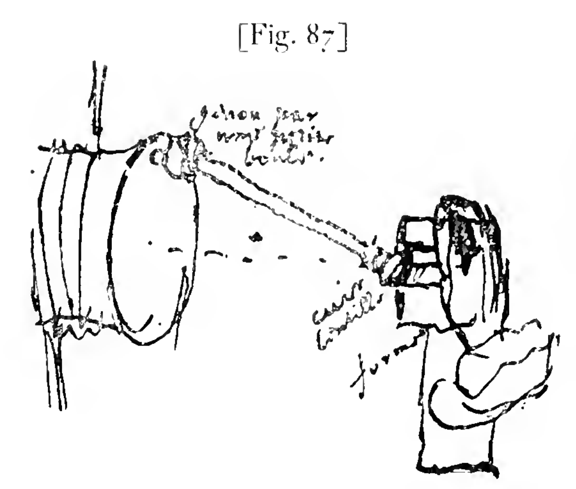
's ander daeghs polijften ick voort tot 1200 toe, vatte wat fchrael en bleven de refíten vande witte plackjes [5]) altijdt noch over, oock affecteerde en draeyde het glas noch al eenighfins, foo dat ick feer twijffelde of het glas goedt foude fijn (en marge: het draeijen van t glas in 't polijften is geen feecker teycken van niet te deugen). De kanten waren noch maer taemelijck klaer doen ick er uytfcheijde. Het was op de pij geplackt, alleen het glas met cement beftreecken fijnde. Het fluijte nu niet. Ick had het glas maer met de paffer recht gefet op defe looper en niet met het circel glas, foo dat het miffchien om dat niet perfect recht en ftondt, noch foo wat draeijde en affecteerde (en marge: 't glas recht te fetten met het circelglas om te polijften). Ick hielp het met de handt, op dat het ontrent over alle fijden gelijck langhs de baen gaen foude. Met defe 2 baenen en het polijften in 2 wijten quam hier en daer een fchrap in 't glas. Waer tegen miffchien goedt foude fijn niet te fchrijven over de baen met de tripoli maer die met een feem leer of anders daer over te vrijven. want aldus niet foo licht van de fanden die in de tripoli fijn, op de baen fouden blijven fitten. Ick geloof dat het oock goedt is het pourfil fijn te flijpen opdat geen ftuckjes van 't glas in 't polijften af en breecken en fchrabben maecken behalven dat dit oock apparent goedt is om de baen te conferveren voor het afslijten. Men kan oock met een voorlooper de baen eerft overgaen. Ick weet niet wel waerom de eerfte fijde van t glas in 't polijften foo gelijck aen de kanten en in midden fchoon wierdt, doch geloof dat om hier toe te geraecken goedt foude fijn het laetfte op maecken van de fchotel te doen met kleijn mouvement van de fteenen, om dat, als men wijdt over de kanten fchuijrt, de fchotel eenighfins vlacker werdt als fe was in 't flijpen; waer door in 't polijften de kanten van 't glas niet wel en komen te raecken. Daerom moet men liever foo veel als moghelijck is de fchotel fien holder te maecken voor 't polijften. Men fagh in 't polijften van dit glas alwaerts in 't midden een bruijn plackje daer de tripoli dunder fat. Doch even wel in 't lefte niet, foo dat dit oock al fulcken quaedt teycken niet en is als wij gemeent hadden. Het hadde geen rugghe, welcke te voorfchijn komende is een feer quaedt teijcken, doch geloof dat het buffels leer hier van dickwils d'oorfaeck geweeft is, voornamelijck in dunachtige glafen. Ick geloof dat men met het veranderen van ftoffe, feer groote glafen in fchotels die weynigh grooter waeren foude konnen flijpen, nemende in 't eijnde ftof die met een ander glas op een andere fchotel fijn geflepen waer.

APPENDICE V

AUX MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN VAN GLASEN TOT VERREKIJCKERS.

[1692] [1]).

[Fig. 87]



Appliquer la forme à un arbre girant de cuivre [Fig. 87] qui fust mobile dans un creux quarrè fichè dans une teste immobile sur le tour. Morceau de cuir epais entre le baston et la lentille. afin qu'elle s'applique mieux au creux de la forme en tournant.

On lit dans la figure: genou par une petite boule. cuir. lentille. forme.

---

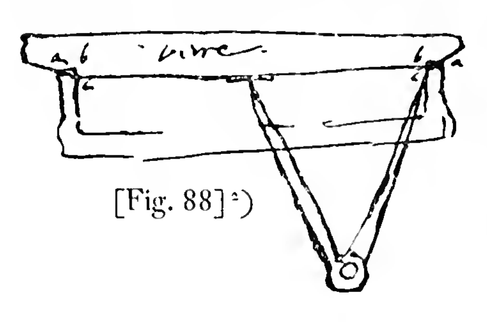
1) Manuscrit H, p. 51. Les p. 49 et 54 portent respectivement les dates du 16 mars et du 22 avril 1692.

APPENDICE VI

AUX MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN VAN GLASEN TOT VERREKIJCKERS.

[1692] [1]).

Il feroit bon de faire en forte que le bord d'un verre de lunette qu'on doucit fut coupè perpendiculairement fur la furface de la forme, a fin de mieux doucir vers les bords. Car j'ay remarquè que quand nous travaillions des verres ou le pourfil avoit laiffè quelque endroit dont f'eftoit levè un eclat fort mince, le verre ne fe trouuoit pas bien douci à cet endroit du bord, mais on y appercevoit un peu de gris. Cela me fait croire que le contour ou pourfil du verre eftant perpendiculaire fur la forme, il y entreroit plus difficilement des grains d'emeril plus groffiers que le refte de la matiere, qui autrement font caffez fous les bords du verre et y gaftent le douci plus que vers le milieu ou ils n'arrivent que defia caffez.



[Fig. 88] [2])

Pour cela, apres avoir fait le profil oblique a noftre ancienne maniere, on pourroit mettre le verre fur le tour, et avec la pointe de diamant faire l'entaille *abc* [Fig. 88] en forte que *cb* fut perpendiculaire a la furface. Ou avec un compas a pointe de diamant. car il faut fi peu que rien. Ou avec un cercle de cuivre et de l'emeril.

---

[1]) Manuscrit H, p. 69. Les p. 60 et 75 portent respectivement les dates du 21 mai et du 16 juillet 1692.

[2]) On lit dans la figure le mot verre.

APPENDICE VII

AUX MEMORIEN AENGAENDE HET SLIJPEN VAN GLASEN TOT VERREKIJCKERS.

Les dates des lentilles conservées font voir, ce qui reffort aufli de la Correfpondance et eft en harmonie avec le fait que les Memorien furent rédigés en 1685, que ce fut furtout en 1683—1686 que les deux frères f'appliquèrent à la taille.

Ont-ils réufli à produire avec la nouvelle machine de 1683—1685 décrite dans les Memorien des verres fupérieurs à ceux qu'ils fabriquaient auparavant?

Il femble bien qu'il faille répondre affirmativement à cette queftion.

Qu'on relife ce qui a été dit aux p. 23—25 du T. XV fur les trois objectifs de Conftantyn confervés à Londres et portant les dates du 4 juin, du 26 juin et du 23 juillet 1686, le premier defquels a fervi à James Pound pour obferver au début du dix-huitième fiècle, la première fois en 1718, les *cinq* fatellites alors connus de Saturne, tandis que Chriftiaan en 1684 — voyez la p. 194 qui précède — n'en voyait que *trois* [1]). Les deux ouvrages cités à la p. 23 du T. XV, favoir l'„Oratio de fratribus Chriftiano atque Conftantino Hugenio, artis Dioptricæ cultoribus" de 1838 de P. J. Uylenbroek et l'article „Iets over de kijkers van de gebroeders Chriftiaan en Conftantijn Huijgens" de 1846 de F. Kaifer contiennent fur ces objectifs des détails que nous ne croyons pas néceffaire de reproduire dans le préfent Appendice.

Nous nous contentons de citer ici le dernier des articles de Pound, celui de 1723, où il compare le télefcope huguénien avec le nouveau télefcope à réflexion de Hadley [2]): „Mr. Bradley, the Savilian Profeffor of Aftronomy, and myfelf, have compared Mr. Hadley's Telefcope (in which the focal Length of the Object Metal is not quite 5 Feet and $\frac{1}{4}$) with the Hugenian Telefcope, the focal Length of whofe Object Glass is 123 Feet: And we find, that the former will bear fuch a Charge, as to make it magnify the Object as many Times as the latter with its due Charge: and that it reprefents Objects as diftinct, though not altogether fo clear and bright; which may be occafioned partly from the Difference of their Apertures (that of the Hugenian

---

[1]) Nous observons en passant que si Christiaan — qui observait en 1687 à la Haye, d'après la p. 193 qui précède, avec un objectif de plus de 200 pieds — avait vu les cinq satellites, en cette année ou plus tard, il aurait sans doute noté ce fait.

[2]) Philosoph. Transactions N° 378 (juillet—août 1723), p. 382: „A letter from the Rev. Mr. James Pound to Dr. Jurin concerning Observations made with Mr. Hadley's Reflecting Telescope". Cet article a été cité aussi à la p. 25 du T. XV.

being somewhat the larger) and partly from several little spots in the concave Surface of the Object Metal, which did not admit of a good Polish. Notwithstanding this Difference in the Brightness of the Objects, we were able, with this reflecting Telescope, to see *whatever we have hitherto discovered by the Hugenian* [nous soulignons]; particularly the Transits of Jupiter's Satellites, and their Shades, over the Disk of Jupiter; the black List in Saturn's Ring, and the Edge of the Shade of Saturn cast on his Ring. We have also seen with it several Times the 5 Satellites of Saturn".

Ce passage fait bien voir que même en 1723 on ne possédait en Angleterre aucun télescope supérieur à celui des Huygens [3]).

Une feuille des „Chartæ astronomicæ" [4]) fait voir qu'en 1722 on désirait dans le même pays avoir à sa disposition encore d'autres objectifs huguéniens: 's Gravesande, après avoir évalué en livres sterling les objectifs de différentes distances focales ajoute: „24e Decembr. 1722. De Engelschen hebben teegens de Prijzen niet, maer wilden de Glaesen in Engelandt hebben om die te probeeren. 't geen goedtgevonden is hun te weigeren", c.à.d. „Les Anglais n'ont pas d'objection contre les prix [36 livres pour les objectifs de 120 pieds et davantage], mais ils désiraient avoir les lentilles en Angleterre pour en faire l'essai, ce qu'on s'est accordé à leur refuser".

Nous ne croyons pas devoir traiter dans le présent Appendice, comme cela a été fait au T. XV, des lentilles antérieures à 1683. Celle qui porte l'inscription „Chr. Hugenius f. ped. CXXIV, 5 Feb. 1686" [5]) se trouve toujours à l'Observatoire d'Utrecht, mais les deux verres du Laboratoire de physique de l'Université d'Amsterdam, datés l'un le 30 mai 1683, l'autre le 25 octobre 1683, le premier signé par Christiaan, le deuxième par Constantijn [6]), ont été transportés au „Nederlandsch Historisch Na-

---

[3]) L'oculaire, tout aussi bien que l'objectif, avait été offert par eux à la Royal Society. Dans le Catalogue des Instruments de cette Société, cité par Uylenbroek, on lit:

N° 22. Huygens Aërial Telescope:

1. An objectglass of 122 feet focal length [signé C. (c. à. d. Constantyn) Huygens], with an eye-glass of 6 inches, and original apparatus for adjustment, made by Huygens and presented by him [il est question de Christiaan, mais il faudrait plutôt entendre Constantyn; voyez la note 24 de la p. 195 qui précède] to the Royal Society in 1691.
2. The apparatus for using Huygens's objectglass constructed by Hooke.
3. Additional apparatus, by Dr. Pound, presented by Dr. Bradley.
4. Ditto by Cavendish.

(Les N° 23 et 24 se rapportent aux objectifs huguéniens de 170 et de 210 pieds, offerts à la Société respectivement par Newton et par Gilbert Burnet, le dernier en 1724).

tuurwetenschappelijk Museum" de Leiden, où se trouvent maintenant aussi les autres lentilles huguéniennes conservées dans cette ville [7]). Une table contenue dans l'article de F. Kaiser cité plus haut donne leurs dates, leurs diamètres, leurs distances focales etc. L'auteur discute aussi e.a. la question de l'authenticité de celles d'entr'elles qui ne portent pas de signature. Les objectifs à grande distance focale n'ont d'ailleurs jamais été mis à l'épreuve — ce qui aujourd'hui n'aurait evidemment qu'un intérêt historique — comme cela fut fait jadis par Pound et d'autres en Angleterre.

Nous observons encore qu'en Angleterre on ne s'est peut-être pas servi, en employant le télescope sans tuyau, du „fil comparable à celui d'Ariadne" (p. 218) comme on l'a fait e.a. à Rome en se servant d'objectifs italiens (p. 236).

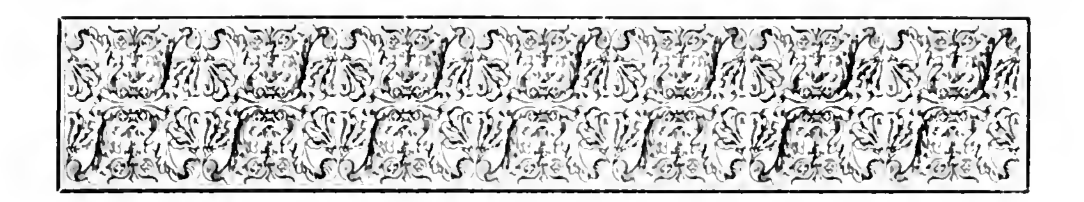
Robert Smith reproduisit dans le troisième livre de son ouvrage de 1738 „A compleat system of opticks" (voyez le titre complet à la p. XLIV du T. XIII) une bonne partie des Memorien de Huygens en se basant sur le texte latin de 1903 des „Opuscula postuma" (la traduction de Boerhaave) et aussi sur la Manière de tailler et de polir les verres extraite de Huygens et d'autres auteurs par Samuel Molyneux, fils de William. Le livre de Smith [8]) fut traduit, avec des additions, dans plusieurs langues; en hollandais par „een liefhebber der wiskonst en natuurkunde" („Volkomen zamenstel der Optica of Gezigtkunde", Amsterdam, I. Tirion, 1753), en allemand par A. G. Kästner („Vollständiger Lehrbegriff der Optik", Altenburg, 1755), en français par L. P. Pezenas („Cours complet d'optique", Avignon, Vve Girard etc., Paris, Ch. A. Jombert etc. 1767). La traduction néerlandaise, pas plus que les autres, ne tient compte du manuscrit néerlandais de Huygens des „Memorien" [9]).

Sur la verrerie de Bois-le-Duc (p. 262 et 294) on peut consulter la p. 166 de notre T. IV.

---

4) F. 142.
5) T. XV, p. 25—26.
6) T. XV, p. 26.
7) Lesquelles en 1925 se trouvaient à l'Observatoire de Leiden (T. XV, p. 26).
8) Qui contient aussi une bonne partie de l'„Astroscopia compendiaria".
9) La même remarque, soit dit en passant, s'applique à la traduction néerlandaise dans le même livre (faite d'après le texte de Smith) d'une bonne partie du Traité des Couronnes et des Parhélies de Huygens (notre T. XVII): ici aussi on n'a pas songé à se servir de l'original néerlandais.

ASTRONOMICA VARIA 1680—1686



Avertiſſement.

Nous réuniſſons ſous ce titre quelques brèves remarques de Huygens qui n'ont pas trouvé leur place dans le T. XV; et en outre une Pièce ſur l'équation du temps et quelques autres ſur certains paſſages de Mercure devant le ſoleil, auxquelles ſe rattachent une notice ſur un paſſage de Vénus et une autre ſur la parallaxe de Mars.

Equation du temps (Pièce II). Après ce qui a été dit ſur ce ſujet dans le T. XV, il ne nous ſemble pas néceſſaire d'y revenir. Dans quel but Huygens a-t-il rédigé ces pages? L'hypothèſe la plus probable n'eſt-elle pas celle que nous avons émiſe à la p. 129 qui précède, ſavoir qu'il ſe propoſait vaguement d'écrire un jour un traité complet d'aſtronomie?

Paſſages de Mercure devant le ſoleil (Pièce III). Nous avons dit un mot à la p. 39 qui précède ſur le paſſage de Mercure de 1677 que ni Huygens ni Römer ne purent voir à cauſe des nuages [1]) mais qui fut obſervé par Gallet à Avignon, des réſultats duquel Huygens eut connaiſſance [2]). La feuille ſéparée publiée aux p. 72—73 du T. XV ſe rapportait au paſſage de 1661, troiſième paſſage obſervé, e.a. par Hevelius et par Huygens lui-même [3]). Les pages du Manuſcrit F et la feuille des Chartae aſtro-

[1]) T. VIII, p. 41 et 46.
[2]) T. VIII, p. 49.
[3]) Voyez la note 14 de la p. 261 du T. XIX. Les deux premiers passages observés étaient ceux de 1631 par Gassendi à Paris et de 1651 par Shakerley aux Indes d'après la note 2 de la p. 72 du T. XV. Ce dernier n'est pas mentionné par Huygens qui n'en eut sans doute pas connaissance. Dans l'observation de 1661 Huygens regarda „seulement le disque du soleil a travers le telescope, sans le faire venir dans une chambre obscure (T. III, p. 280).

nomicæ publiées ici contiennent des remarques à la fois ſur l'obſervation de 1631 par Gaſſendi, diſcutée par Schickard, ſur celle de 1661 par Hevelius, et ſur celle de 1677 d'après Caſſini commentant l'obſervation de Gallet.

Le but des obſervateurs tant de la ſeconde que de la première moitié du dix-ſeptième ſiècle des paſſages de Mercure et de Vénus devant le ſoleil n'était pas, comme on pourrait le ſuppoſer, de déterminer des parallaxes, bien que J. Gregory dans ſon „Optica promota" de 1663 parle de cette poſſibilité[4]). En 1666 Huygens appelle la parallaxe du ſoleil „inobſervabilis" [5]); voyez auſſi ſur ce ſujet les dernières lignes de la p. 46 qui précède. Dans le „Syſtema Saturnium" de 1659 il avait, il eſt vrai, réuſſi à trouver pour la „mediocris Solis diſtantia" de la terre la valeur de 12543 diamètres terreſtres ce qui eſt à fort peu près exact et correſpond à une parallaxe ſolaire de 8',2 [6]). Mais cette exactitude était fortuite. Pour obtenir ce réſultat Huygens n'avait meſuré aucune parallaxe; il avait déduit la grandeur du ſoleil par rapport à la terre, partant auſſi ſa diſtance à cette dernière, de l'hypothèſe quelque peu hardie, mais nullement malheureuſe, que le diamètre de la terre eſt la moyenne arithmétique de ceux de Vénus et de Mars [7]). Il ſe baſait ſur la plus ou moins grande „concinnitas" du ſyſtème ſolaire [8]). Nous avons cru pouvoir traduire ce mot „concinnitas" par „harmonie".

Le père H. Fabri dans ſa réplique de 1661 „Pro ſua annotatione" dit non ſans raiſon (en écrivant toutefois par mégarde un nombre erroné): „Quòd autem ſolis a terra diſtantiam 25429 terræ diametros complecti velis, quando id demonſtraveris, Hugeni, nobis perſuadebis" [9]).

Le phénomène de la parallaxe eſt, il eſt vrai, mentionné dans la Pièce III, ſavoir dans la brochure de Schickard de 1632 cité dans le § 1, mais c'eſt ſeulement pour dire

---

[4]) Prop. 87. Problema. „Ex duorum planetarum conjunctione corporali, utriusque planetæ parallaxes investigare" avec le Scholium: „Hoc problema pulcherrimum habet usum, sed forsan laboriosum, in observationibus Veneris, vel Mercurii particulam Solis obscurantis: ex talibus enim Solis parallaxis investigari poterit".

[5]) T. XV, p. 378.

[6]) T. XV, p. 192.

[7]) Tandis qu'en réalité les diamètres de Vénus, de la Terre, et de Mars sont entr'eux comme les nombres 97, 100 et 54.

[8]) T. XV, l. 14 de la p. 347.

[9]) T. XV, note 9 de la p. 399.

qu'elle n'éloigne pas „notabiliter" la planète „à vero situ". Voyez aussi la lettre du 22 août 1661 de Huygens à Hevelius [10]) où il dit que pour eux deux, l'un à Londres, l'autre à Dantzig, „parallaxeos differentiam nullam sensibilem intervenire existimo".

Ce qui a porté Gassendi à faire son observation de 1631, que Schickard eût faite également si l'état du ciel l'eût permis, c'est — voyez la note 2 de la p. 319 — la lecture de la „Joannis Keppleri Mathemat. Caes. Admonitio ad curiosos rerum coelestium" de 1630 [11]), où l'auteur ne parle des parallaxes qu'à la fin, disant (sans exhorter les astronomes à les mesurer): „Parallaxis diurna, si qua futura est, Solaris quadrupla erit in Venere, in Mercurio sescupla circiter. Atque ea utrobique adjuvat & prolongat suum phænomenon. Cum enim Septentrionalem Solis oram perstringat uterque Planeta, parallaxis eos in Austrum promovens, centro Solis propiùs admovebit".

Les deux raisons pour lesquelles Kepler engage les astronomes à observer les passages des planètes sur le disque du soleil [12]) sont 1. la possibilité de mesurer leurs diamètres mieux qu'auparavant; il donne le conseil de les „applicatione tubi super papyro depingere" (comparez la note 3 de la p. 307 et aussi, p. 336, l'Appendice qui suit), comme le fit Gassendi. 2. la possibilité d'apporter des corrections aux temps et lieux des passages suivant les „Tabulæ Rudolphinæ" ou d'autres tables, surtout dans le cas de Mercure: „Etsi enim hic Mercurii sub Solem ingressus, frequentiores habet occasiones; tamen & majus aliquid, quàm in Venere, de fide calculi longitudinis, in dubio ponendum est: quia nos deficiunt observationes idoneæ, Planetâ ut plurimum latente sub Sole. Itaque calculi defectum circa copulas omnes, suppleat industria observandi singulas, quæ observari possunt".

Comme on le voit dans la Pièce III, c'est surtout la position exacte des noeuds de l'orbite de Mercure passant devant le soleil aux heures indiquées par les horloges qui intéressait tant Huygens que les autres astronomes. Quant au diamètre apparent, il

---

[10]) T. III. p. 313.

[11]) Ce fut l'année de sa mort. Nous citons l'„Admonitio" d'après la deuxième édition: „Joannis Keppleri Math. Caes. Admonitio ad Astronomos rerumque coelestium studiosos. de raris mirisque Anni 1631 phænomenis, Veneris puta et Mercurii in Solem incursu: Excerpta ex Ephemeride Anni 1631. & certo Authoris consilio huic præmissa, iterumque edita à Jacobo Bartschio". Francofurti, ap. G. Tampachium, Anno MDCXXX.

[12]) Kepler était d'avis qu'en 1639 Vénus ne se montrerait pas *sur le disque* du soleil, de sorte qu'après 1631 son premier passage aurait lieu en 1761. Ce fut pourtant sur le soleil que Horrox vit passer Vénus en 1639 (Pièce IV qui suit). Quant au passage de Vénus devant le soleil du 6 déc. 1631 prédit par Kepler et que Gassendi ne put voir, il eut lieu pour l'Europe, ce que Kepler n'avait pas prévu, avant le lever du soleil.

parut trop petit à Gaſſendi pour le pouvoir meſurer pendant le paſſage. Huygens, lui, n'en a jamais pris la meſure [13]), comme il le fit pour les autres planètes [14]). Pour Hevelius, la meſure du diamètre de Mercure pendant le paſſage était une choſe fort importante à laquelle il s'appliqua; voyez p.e. les p. 181 et 310 de notre T. IV; dans ſon „Mercurius in Sole viſus Gedani" de 1662 il écrit [15]): „conſtanter credidi, ſi adhuc ſemel Mercurius in Sole feliciter conſpiceretur (ut annuente Divino numine nunc accidit) atque ejus corpuſculum, in Solis diſco, satis ſuperque jam cognito, exquiſitè notaretur, procul omni dubio genuina Mercurii corporis magnitudo, exactè omnino, remotâ omni ſuſpicione, nobis innoteſceret, etc."

Dans ſon „Venus in ſole viſa" de 1639, publié, à la demande de Huygens, par Hevelius à la ſuite de ſon ouvrage cité de 1662, J. Horrox parle auſſi de la poſſibilité de parvenir par cette obſervation à une connaiſſance plus profonde de l'orbite de Vénus (Hevelius écrit en marge, p. 112: „Motus Veneris æqualis, hactenus nondum ſatis exploratus eſt") et de la grandeur de ſon diamètre apparent (Hevelius en marge, p. 113: „Eſt res magni momenti Veneris diametrum apparentem rectè habere exploratam").

Les trois §§ de la Pièce III qui ſuit, d'ailleurs inédits, ne nous ſemblent pas, malgré l'application de Huygens, lui avoir fourni des connaiſſances bien certaines: au § 2 on le voit conduit à mettre en doute la thèſe de Kepler que le noeud aſcendant d'une planète, vue du ſoleil, diffère en longitude de 180°, en ne tenant pas compte de la petite variation annuelle, de ſon noeud deſcendant, autrement dit lui eſt „directe oppoſitus" ce qui équivaut à dire „interſectionem plani orbitæ Mercurii, itemque aliorum planetarum, et plani Eclipticæ fieri in linea recta per ſolem tranſeuntem". Nous avons dit plus haut aux p. 124 et 132, qu'en 1682 Huygens n'était pas encore perſuadé du mouvement elliptique des planètes, mais jugeait poſſible que leurs orbites ſont des circonférences de cercle excentriques. Ici il enviſage en outre la poſſibilité que les plans des orbites, pour autant qu'on peut parler de plans, ne ſe coupent pas exactement, ou à ſort peu près, ſuivant des droites paſſant par le ſoleil. On conſtatera qu'en 1686 il avait abandonné cette idée [16]).

---

[13]) T. XV, p. 30 et p. 376.
[14]) T. XV, Systema Saturnium.
[15]) P. 90.
[16]) Note 10 de la. 350 p. qui suit.

Dans la Pièce V il eſt queſtion de la meſure de la parallaxe de Mars par Caſſini, tant — en 1672 — par la meſure ſimultanée, en deux endroits fort éloignés l'un de l'autre, de la poſition de la planète parmi les étoiles fixes, que — également en 1672 — par l'obſervation de Mars à Paris à diverſes heures du même jour.

Dans la Pièce IX Huygens cite, ou plutôt croit citer, le „Syſtema mundi Copernicanum demonſtratum" de P. Megerlin, profeſſeur de mathématiques à l'univerſité de Bâle. Il poſſédait ce livre d'après le Catalogue de vente de 1695 [17]); était-il relié avec d'autres écrits (du même auteur?)? Les titres des ouvrages de Megerlin [18]) font connaître ſon déſir d'établir des relations entre les données aſtronomiques, notamment les conjonctions des planètes, et les périodes des événements importants d'ici-bas. Ce dernier mot n'eſt d'ailleurs pas tout-à-fait correct, puiſque, autrement que les aſtrologues du Moyen-âge et de la Renaiſſance — autrement auſſi que Caſſini qui eſt tychonien [19]) — Megerlin eſt partiſan du ſyſtème héliocentrique. Indépendamment du paſſage cité par Huygens ſur le „tempus mundi conditi" il eſt certain que Megerlin tenait à la chronologie biblique d'après laquelle, ſuivant beaucoup de théologiens et autres ſavants, tant chrétiens que juiſs, la création du monde aurait eu lieu il y a quelques milliers d'années ſeulement [20]). Dans la Pièce ſuivante (§ 4 de la p.

---

[17]) Libri miscellanei in duodecimo, 175. P. Megerlino [sic] Systema mundi [sans date]. Voyez la note 2 de la p. 334. Nous n'avons pas trouvé le passage cité dans cet ouvrage de Megerlin, ce qui nous amène à supposer qu'il a en réalité été tiré d'un autre écrit (du même auteur?).

[18]) Note 2 de la p. 334.

[19]) Il eſt vrai que Cassini dit que „les hypotheses des Coperniciens & des Tychoniciens — les seules receuës des Astronomes modernes — sont équivalentes". Nous citons le Chap. XXXVI „La parallaxe du Soleil" des „Elemens de l'Astronomie verifiez par Monsieur Cassini par le rapport de ses Tables aux Observations de M. Richer faites en l'isle de Caïenne". Voyez encore sur Cassini la note 12 de la p. 179 du T. XX.

Nous observons que Römer était également tychonien: comparez la note 9 de la p. 505 du T. XVIII.

[20]) Il est vrai que le Cap. IV des „Commentarii chronologici in tabulam mathematico-historicam etc." de Megerlin est intitulé „De Epocha Mundi incerta", mais en le lisant on voit qu'il ne s'agit ici que d'une incertitude minime: le deuxième alinéa du chapitre commence comme suit: „Mundum non extitisse ab æterno, sapientiores etiam ex Ethnicis agnoverunt, inter quos tamen nonnulli principium ejus extenderunt ad multa seculorum millia: At ne sancta Dei Ecclesia in ejusmodi errore quoque hæreat, visum eſt Deo benignissimo per Mosen ... etc."

343) nous entendrons Huygens dire qu'il eſt permis de ſe demander, apparemment en dehors de toute idée biblique ſur la création. „quid planetas ad ſolem adduxerit"[21]). Ici il croit devoir qualifier Megerlin de „auctor judicij haudquaquam exacti"[22]).

[21]) Dans la Pars Tertia des „Principia Philosophiæ" de Descartes se trouve un chapitre (CXIX) intitulé: „Quomodo stella fixa mutetur in Cometam vel in Planetam".

[22]) On trouvera aussi le nom de Megerlin dans l'ouvrage de 1941 „Geschichte der exakten Wissenschaften in der Schweizerischen Aufklärung (1680 – 1780)" par Eduard Fueter. H. R. Sauerländer & Co. Aarau — Leipzig. L'ouvrage de Fueter est le n° XII des „Veröffentlichungen der Schweizerischen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften" ou „Publications de la Société suisse d'histoire de la médecine et des sciences naturelles".

ASTRONOMICA VARIA 1680—1686.

I. Petit poème de Huygens en son propre honneur (date inconnue).

II. De l'Équation du temps [1]) (1680).

III. Passages de Mercure devant le soleil en 1631 d'après Gassendi et Schickard [2]), en 1661 d'après Hevelius, en 1677 d'après Gallet et Cassini (1681, 1682 . . .).

IV. Passage de Vénus devant le soleil en 1639 d'après Horrox (1682).

V. Mesure de la parallaxe de Mars par Cassini, et remarque de Cassini de 1680 sur les distances des planètes (1682).

VI. Petitesse du soleil, et de la terre, par rapport aux dimensions du système solaire (1682).

VII. Conjonctions de planètes (1682).

VIII. Déplacement dans le cours des siècles du pôle de l'équateur sur la voûte céleste (suivant Megerlin, d'après Huygens) et critique de la pensée de cet auteur (1684, 1685 ou 1686).

IX. Remarque sur les grandeurs différentes ou égales de la réfraction atmosphérique dans le cas de la lune et du soleil (1685 ou 1686).

[1]) C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.

[2]) La citation de Schickard est précédée par une citation du même auteur sur les mérites de Kepler

ASTRONOMICA VARIA 1680—1686.

I [1].

[?]

Ad ſuperas tendiſſe domos, divamque juvabit
Uranien ſtudijs demeruiſſe meis.
Annulus in lento Saturni Sydere, et æquis
Hora mihi primùm currere juſſa rotis
Ingenij vivent monumenta, inſcriptaque coelo
Nomina victuri poſt mea fata canent [2]).

---

[1]) Chartæ astronomicæ, f. 127.

[2]) Leçon alternative: legent. Leçon alternative du dernier vers: Nomina longævo (ou venturo) tempore fama vehet.

II.

DE L'ÉQUATION DU TEMPS. [1])

[1680]

Le temps de chaque jour naturel ou apparent, ſcavoir d'un midy a l'autre, eſt celuy d'une revolution entiere de l'equateur, par le meridien et de plus d'une partie de l'equateur qui paſſe le meridien en meſme temps que l'arc de l'ecliptique que le ſoleil a parcouru entre les deux midis.

Or cette partie de l'ecliptique eſtant tantoſt plus grande tantoſt plus petite a cauſe du mouvement inegal du ſoleil, et ayant des inclinaiſons differentes a l'egard de l'equateur a cauſe de l'obliquitè de l'ecliptique; il en arrive que cette partie de l'equateur qui paſſe le meridien enſemble avec la dite partie de l'ecliptique, eſt auſſi de differente grandeur en different temps; et partant les jours naturels neceſſairement inegaux.

L'on a beſoin dans les calculs d'aſtronomie de comparer ces jours inegaux avec des jours egaux de moyene longueur, qui ſont chacun d'une revolution entiere de l'equateur, et d'un arc du meſme de 59'8". ſcavoir egal au moyen mouvement journalier du ſoleil dans l'ecliptique. Et pour ſe figurer ces jours egaux, il faut s'imaginer un ſoleil qui partant du principe d'Aries en meſme inſtant que le vray ſoleil faſſe ſon tour annuel dans l'equateur, et cela d'un mouvement tousjours egal, qui ſeroit journellement de 59'.8".

Une horloge tres juſte eſtant une fois accordee à la meſure et a l'heure de ces jours moyens, marqueroit en ſuite tousjours midy, quand ce ſoleil imaginè retourneroit au meridien, le veritable ſoleil ayant alors bien ſouvent defia paſſè le meridien, ou n'y eſtant pas encore arrivè. Et la difference peut aller en ce ſiecle ou nous ſommes juſqu'a une demie heure et un peu d'avantage. Ce qui dans le calcul du mouvement de la lune ſur tout eſt fort conſiderable, parce qu'en une demie heure elle fait un arc d'environ 15 minutes. Et il ne faut pas eſperer de pouvoir jamais trouver la veritable theorie de cette planete ſi on n'emploie au calcul de ſon mouvement la veritable equation du temps. En quoy preſque tous les aſtronomes et meſme les plus habiles ont failly qui ſe fatiguoient en vain à forger des epicycles les uns ſur les autres, pour repreſenter l'irregularitè du cours lunaire; Tycho Brahe ayant osè introduire une equation de

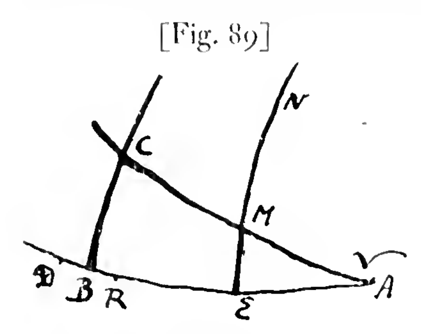
---

[1]) La Pièce est empruntée aux p. 27—30 du Manuscrit F. La p. 39 porte la date du 16 novembre 1680.

temps particuliere pour la lune, differente de celle qu'il establissoit pour les autres planetes, ce qui est tres absurde.

Pour bien comprendre donc en quoy consiste l'equation du temps, concevons une horloge ajustée, comme il a estè dit, à la moyene mesure des jours. ce que j'ay montrè comme il se fait par le moyen des estoiles fixes.

[Fig. 89]



Soit maintenant [Fig. 89] AB l'equateur, AC l'ecliptique, A leur interfection ou le principe d'Aries. ME un meridien fixe sous lequel passent les degrez des dits cercles par le mouvement journalier, du costè B vers A. Soit donnè un espace de temps apparent, par exemple depuis le midy du 10 avril 1680 jusqu'au midy du 12e Juin de la mesme année; et que l'on veuille sçavoir combien il s'est ecoulè de temps egal dans cet espace. Ou bien en prenant pour Epoque ou commencement commun du temps apparent et de l'egal le midy du 10 Avril, qu'il faille reduire le moment du midy apparent du 12 Juin au temps egal. Il s'agit en tout cela de sçavoir, lors qu'on aura accordè l'horloge susdit avec le soleil, au midy du 10 avril, quelle heure il marquera lors que le soleil sera au midy le 12e Juin.

Soit M le lieu du soleil dans l'ecliptique au midy du 10 avril. C le lieu du soleil au midy du 12e juin, et l'ascension droite de C soit B. Et parce que l'horloge commence du mesme midy du 10 avril, concevons que le soleil imaginaire de l'Equateur commence alors d'aller depuis E, ascension droite du soleii en M. Il faudroit maintenant sçavoir la quantitè de l'arc ED, que je suppose que le soleil imaginaire a fait dans l'intervalle donnè, c'est a dire dans le temps que le vraij soleil est venu de M en C, car alors je diray que C estant parvenu (par le mouvement qu'on appelle du premier mobile) au meridien fixe NME, et en mesme temps le point B; le point D ou soleil imaginaire, en cas que l'arc ED soit plus grand que EB, aura encore besoin du temps qu'il faut pour passer l'arc BD, pour venir au meridien. Prenez qu'il faille 5 minutes, donc au midy apparent du 12e Juin, il sera encore 5 minutes devant midy a l'horloge. Et ainsi l'on voit que, quand BE, difference des ascensions droites des lieux du soleil aux deux termes du temps apparent donnè, est plus petit que l'arc ED, qui est le mouvement egal qui convient a l'intervalle du mesme temps apparent; il faut oster du temps apparent autant qu'il en convient a l'exces de l'arc DE sur BE, pour avoir le point du temps egal, ou l'heure de l'horloge. Et au contraire si l'arc ED eust estè plus petit que BE. Tout cecy est fort connu des astronomes, et c'est la dessus qu'est fondée la regle des Anciens [2]), qui est: Pour reduire le temps apparent au temps egal, ayez

[2]) On trouve cette règle, énoncée un peu plus sommairement, vers la fin du troisième livre de l'Almageste de Ptolémée. Et aussi dans l'alinéa ou „sectio" du livre 3 de la première partie du Nouvel Almageste de Riccioli que Huygens cite un peu plus loin.

pour les deux extremitez du temps apparent donnè le lieu moyen et le veritable du ſoleil, et l'aſcenſion droite du veritable lieu. Puis prenez la difference des lieux moyens, oſtant tousjours le premier en date du dernier; et adjoutant 360 degrez quand le dernier eſt de moins de degrez que le premier. Prenez de meſme la difference des aſcenſions droites, et conſerez entre elles ces 2 differences. qui ſi elles ſont egales, il n'y a point d'equation a faire, mais 1. ſi la difference des aſcenſions droites eſt plus grande que la difference des lieux moyens, alors il faut adjouter l'exces converti en temps, au temps apparent, pour avoir le temps egal. 2. Mais ſi la difference des aſcenſions droites eſt plus petite que la difference des lieux moyens, il faut ſouſtraire ce qui defaut converti en temps, du temps apparent pour avoir le temps egal. Que s'il faut reduire le temps egal au temps apparent (comme le temps d'une Eclipſe calculée par les tables, au temps apparent qu'elle ſera obſervee) 3. la regle alors eſt, que la difference des aſcenſions droites eſtant plus grande que la difference des lieux moyens, l'on doit ſoustraire l'exces, converti en temps, du temps moyen, pour avoir le temps apparent, car alors R arrivera au meridien NME quand B ne ſera pas encore en ce meridien, et partant l'heure de l'horloge plus avancée que celle du veritable ſoleil. 4. Mais ſi la difference des aſcenſions droites eſt plus petite que la difference des lieux moyens; il faut adjouter l'exces, converti en temps, au temps egal, pour avoir le temps apparent. Ce ſont la les veritables regles, et il faut bien prendre garde quand on en a beſoin de ne pas s'y abuſer, en adjoutant ce qu'il faut ſouſtraire, ou au contraire.

De conſtituendis Epochis Tabularum duæ ſunt auctorum ſententiæ. Alij enim ad Tempus apparens eas referunt ut Alphonſini, Ptolemæus, Copernicus. Alij ad Tempus æquale ſive medium ut vocant, in quibus Tycho, Longomontanus, Lansbergius, Keplerus, Bullialdus [3]) &c. Itemque Ricciolus, ut patet ex ijs quæ ſcribit Almag. parte 1. lib. 3. cap. 33. ſect. 3 [4]). In exemplo ſuo errat in computando temporis intervallo ab obſervatione ad finem anni. Sed recte intelligit pag. 256 ejuſdem partis [5]) ubi Epocham Lunaris Longitudinis conſtituit. Ipſa vero methodus ipſius omniumque qui ad tempus medium Epochas accommodant prorſus erronea eſt. Copernicus autem recte ſuam Lunæ Epocham conſtituit, credo Ptolemæum ſecutus. Et hæc ſola vera eſt ratio.

[3]) Voyez sur Tycho Brahé, Kepler et Boulliau les p. 523—524 du T. XV. Consultez aussi la note 18 de la p. 33 qui précède.

[4]) Comparez sur ce passage la note 2 qui précède. Riccioli y cite les noms de tous les astronomes qu'on vient de lire dans le texte.

[5]) Lib. 4. cap. 24. „De Constituendis Epochis Lunarium Motuum".

III.

PASSAGES DE MERCURE DEVANT LE SOLEIL EN 1631 D'APRÈS GASSENDI ET SCHICKARD, EN 1661 D'APRÈS HEVELIUS, EN 1677 D'APRÈS GALLET ET CASSINI.

[1681, 1682 . .]

§ 1 [1]. *Ex W. Schickardo. De Mercurio in Sole viſo anno 1631, 7 Nov. St. Novo* [2]).

De Keplero loquens et [3]) quid in Mercurio primus præſtiterit egregium ac ſingulare. 1°. Ellipticum iter indagavit, cujus cauſa Epicyclus priſcis falſo credebatur augeri et minui. 2°. Orbitam illam circa verum ſolem, velut cor mundi, ordinavit, quam omnes alij referunt ad medium ejus locum, quod punctum eſt merè imaginarium, nullo ſigno naturali diſcriminatum, adeoque docendi ſaltem gratia confictum. 3°. Biſectionem excentricitatis ingeniosè animadvertit, quæ nos à multa irregularitate liberat [4]).

---

[1]) Le § 1 est emprunté aux p. 75—79 du Manuscrit F. Les p. 55 et 101 portent respectivement les dates du 16 février 1681 et du 8 février 1682.

[2]) Le titre de la brochure de W. Schickard citée par Huygens est le suivant: „W. Schickardi Pars Responsi ad Epistolas P. Gassendi Insignis Philosophi Galli de Mercurio sub sole viso, & alijs Novitatibus Uranicis. Quod Astronomiæ felix faustumque sit!" Tubingæ, Typis Th. Werlini: Impensis Ph. Brunnl, Anno 1632 mense Augusto. Voyez sur Schickard (1592—1635) la note 11 de la p. 251 du T. IV.

Les epîtres de Gassendi sont intitulées: „Mercurius in Sole visus, et Venus invisa Parisiis [voyez sur ce dernier sujet la note 12 de la p. 309] Anno 1631. Pro voto, & Admonitione Keppleri [voyez notre Avertissement]. Per Petrum Gassendum, cujus heic sunt ea de re Epistolæ Duæ cum Obseruatis quibusdam alijs". Parisiis, Sumptibus Seb. Cramoisy, viâ Iacobæâ, sub Ciconiis. MDCXXXII. La première épitre est dédiée „Præclaro, & amico viro Willelmo Schickardo, in Academia Tubingensi Professori Hebraico".

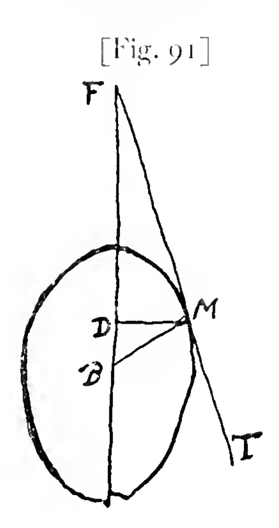
[3]) Ce qui suit (premier alinéa) est une citation littérale (ou à fort peu près littérale) de la p. 24 de la brochure de Schickard. Huygens souligne quelques mots. Seule la remarque finale, écrite en marge, est de lui.

[4]) Ceci se rapporte au soleil. A la p. 330 de son „Ad Vitellionem paralipomena, quibus astronomiæ pars optica traditur" de 1604 Kepler écrit: „Deprehensus . . . est à me primò, per subtilem obseruationem diametri visibilis . . . Solem dimidio solùm spatio eius Eccentricitatis quod illi ab Albategnio & Tychone tribuitur, à nobis recedere". Anciennement on pensait que la distance du soleil à la terre est inversement proportionnelle à la vitesse de son mouvement apparent.

4°. Nodos ab abſidibus merito removit, quorum combinatio latitudini tot peperit errores [5]). *Inclinationem fixam et uniformi angulo conſtantem* introduxit, quæ ſimplicitati naturæ magis eſt conſentanea. — En marge: Sed cujuſnam plani reſpectu? Nam non magis planum Eclipticæ idem manet reſpectu fixarum, quam planum orbitarum in quibus ſinguli planetarum reliquorum [6]).

Reprehendit vero in eodem Keplero [7]) 1°. quod Menſura Orbitæ non eſt præciſe tanta. 2°. quod aphelij locus aliquantum a vero abſit. 3°. nodi pauxillum exorbitant. 4°. Haud recte judicat planetæ ſitum in Ellipſi ex orthogonali contactus. Quod poſtremum pſeudographema nemini animadverſum, quia fons eſt aliorum, inde procul dubio ſcaturierunt etiam errores æquationum. Tradidit illud Aſtronomiæ Copernicanæ lib. 6. fol. 760, aſſerens in elongationibus maximis lineam ex centro B in planetam M [Fig. 91] eſſe orthogonalem ad viſivam TM, et angulum BMT rectum [8]). ideoque incidere BM in □ locum Zodiaci τοῦ TM, ſive tribus ſignis inde diſtantem; ſic exui planetam inæqualitate ſecunda [9]). Ego autem nego angulum TMB rectum eſſe &c.

[Fig. 91]



Les Fig. 91, 92 et 93 de Huygens correſpondent à celles de Schickard.

5) A la p. 31 de sa brochure Schickard parle — voyez la p. 322 qui suit — de „Tycho & Longomontanus, qui nodos Apsidi jungunt" ce qui conduit à de grandes erreurs.

6) C'est à bon droit que Huygens se demande avec quel plan celui de l'orbite d'une planète pourrait bien faire un angle absolument constant. C'est seulement depuis Laplace qu'on connaît dans les systèmes planétaires un plan invariable; mais il n'est pas question d'une constance absolue des angles des plans des planètes avec ce plan-là.

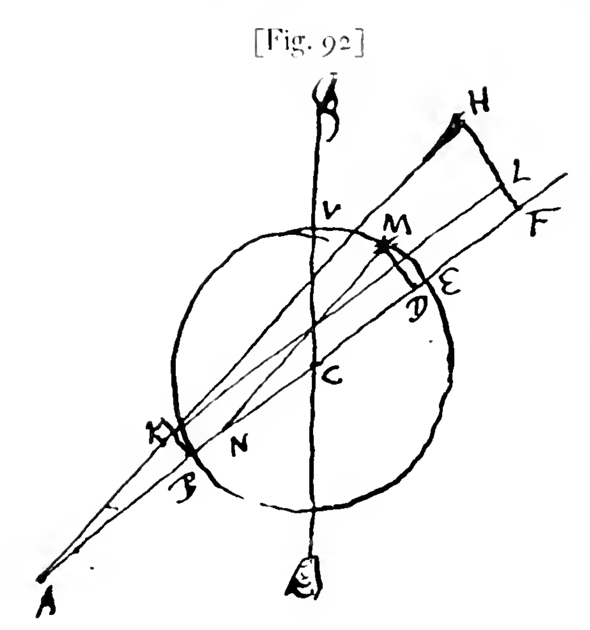
7) Ce deuxième alinéa est emprunté aux p. 24 et 25 de la même brochure. Huygens omet une des objections de Schickard, et la citation est au début un peu moins littérale que la précédente. — Schickard prouve longuement, d'après Apollonius, que dans la Fig. 91 MB n'est pas normale à l'ellipse lorsque B est le centre.

8) C'est ce qu'on trouve en effet à l'endroit indiqué (édition de 1635).

9) D'après la p. 758 de l'„Astronomia Copernicana" l'„inæqualitas prior" résulte du fait que la planète se meut dans une courbe excentrique par rapport au soleil, tandis que l'„inæqualitas secunda" est due au fait qu'on ne regarde pas la planète du soleil, mais de la terre; or, lorsqu'on sait — ou croit savoir — que la longitude de la planète vue de la terre diffère précisément de 90° de celle vue du soleil, il est évident qu'il n'y a plus d'incertitude de ce chef.

De loco excedentis Mercurij ex ☉[10]). VC [Fig. 92] filum perpendiculare per centrum folis C. M Mercurius excedens e fole. Arcus VM obfervatus $32\frac{1}{2}$ gr. [11]). Angulus VCE inter verticalem et eclipticam BE, computatus 56°47′. unde ME 24°17′.

[Fig. 92]



Qualium ergo femidiameter ☉ adfumitur $15'\frac{2}{5}$, talium fubtenfa DM prodit $6\frac{1}{5}$ min. pro ☿ latitudine borea. Nam de parallaxi fecurior fum &c.

Nous citons un peu plus longuement: „Nam de Parallaxi fecurior fum quòd Planetam vix notabiliter dejecerit à vero fitu (præfertim in altitudine 22 grad. fupra horizont.), quoniam infra ... Mars, in paulò majori diftantiâ, nullam fenfibilem probabitur admififfe". Voyez ce que nous difons fur la parallaxe à la p. 338 de l'Avertiffement.

Porro locus nodi ☊ ex obfervatione quærendus [12]). Eft autem mihi duplex, unus apparens tantum, qui nobis e terra fpectatur ifque ambulatorius, quia brevi tempore in quemvis Zodiaci locum cadere poteft quoties planeta latitudine caret, ubicunque verfetur longitudinis ratione. alter verus in Orbita, e fole quafi centro æftimatus, tardigradus ille qui demum feculo fentitur moviffe locum.

Pro ☊ apparentis inquifitione affumantur ex Ephemeride duo loca ☿ vicina: nec obftat quod ibi erronea fint, præftant enim nihilominus analogiam et obliquitatem itineris, alter cum latitudine BK, alter cum latitudine FH. lineæ HKA parallelam ducit MN, quæ verum locum nodi oftendit N. — En marge: opus tantum adfumere angulum MND 6°.54′ quanta eft inclinatio orbis ☿ [favoir fur le plan de l'ecliptique].

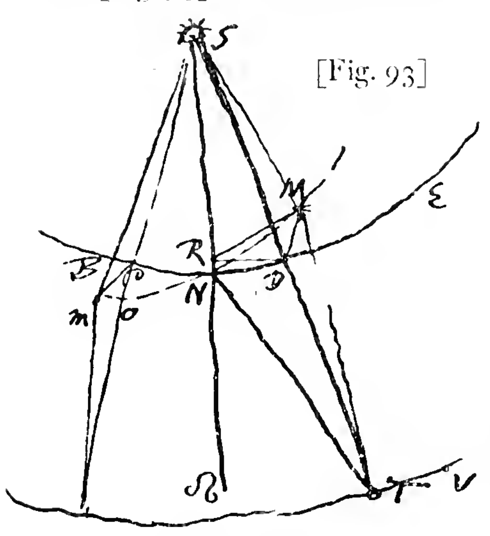
[10]) Le chapitre de Schickard „Locus excedentis Mercurij" commence à la p. 27. Seul, l'alinéa du texte „Qualium etc." est exactement cité (Huygens écrit toutefois „borea" au lieu de „boreali").

[11]) Gassendi dit regretter de ne pas avoir mesuré cet arc ou angle exactement: „Aut fallor, aut fuit inter 32. & 33 gradus. Memini enim non longè abfuisse à gradu 35, etc."

[12]) Ceci, et la suite, à la p. 29 de Schickard.

Pro inveniendo loco nodi vero, seu ex sole spectato [1]).

EDB [Fig. 93] eclipticæ portio. S Sol. T terra. ONM orbita ☿. N nodus.



TS est 98859 qualium semidiameter orbis magni 100000. Ex eo nempe quod conjunctio incidit in 7 Nov. h. 9. 2′½. SM distantia inter solem et ☿ ex Rudolphinis 31338. Unde TD 67521 proximè. Ang. TDM rectus. Ang. DTM observatæ latitudinis est 6′20″. Hinc latus erectum DM 124. In triangulo DRM rectus est D. et MRD 6°.54′ quanta Keplero est planorum orbitæ Eclipticæ inclinatio. Ergo DR 1025. In triangulo SDR latus SD erat 31338. Ang. R rectus. Hinc ang. ad solem DSR 1.52′. qui differentiam ostendit inter loca ☿ et nodi. Cum igitur planeta emigrans fuerit reperta in 14.29′♏, cui, reductione ad eclipticam, punctum D respondet adeoque terra, ex sole *intuendo per lineam ST*, versata sit in 14.29 oppositi ♉ [en marge: at ex centro ☉ erat terra in 14.43′]: patet lineam SN, quæ plana eclipticæ et orbis Mercurialis connectit, incidere in 12°37′ ♉, *aut potius, ut scrupulose agamus, quia punctum D non in medio, sed in ora solis deprehensum, ab ejus centro distitit* 14′ [en marge: locus enim ☿ M ex solis S centro spectatus fuit magis versus V quam e limbo apparuisset unde emigrare videbatur]; cadet linea SN tanto posterius, nempe in 12°.51′ ♉. adeoque verus nodus ☊ directe spectatus contra solem, referendus erit ad 12°.51′ oppositi ♏ (quamvis oblique visus ex T possit in alio quovis gradu apparere) quod sic reperisse fuit operæ pretium. Keplero in 13.9′♉. Tychoni et Longomontano, qui nodos apsidi jungunt, in 1.38♐. ut totis 18 gr. et 47′ a vero aberrent [chez Schickard: aberrant].

En marge:		
	1,52	12.51
	14	1.38
	1.38	14.29 ♉ locus ☉.

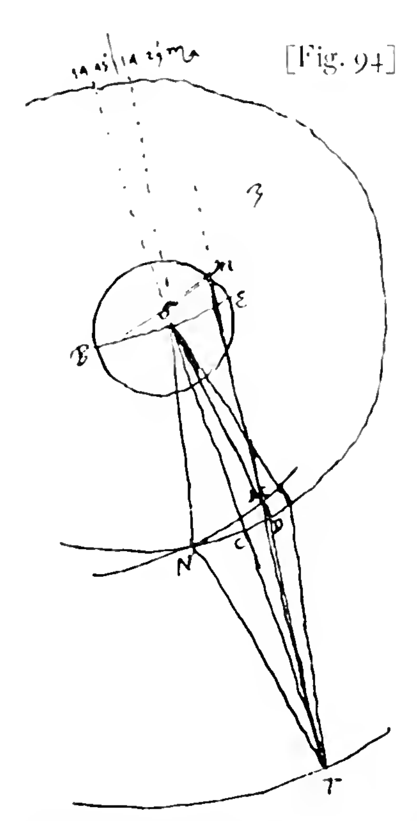
[1]) Ce qui suit est emprunté en majeure partie aux p. 30—31 de Schickard. Toutefois, au début, Huygens ne copie pas le texte. Schickard écrit que „dato tempore" la distance de Mercure au soleil est 31338 d'après les „Rudolfinæ", mais c'est Huygens qui dit que cette distance se conclut „ex eo quod conjunctio incidit in 7 Nov. h. 9. 2′½" tandis que — comme on le trouve un peu plus bas — Gassendi prit 7 h. 58″ comme le „verum tempus conjuctionis" et que Schickard, d'après son calcul à lui, prend 8 h. 4′.

Kepler avait prédit dans son „Ephemeris Anni 1631" que la conjonction aurait lieu le 7 Nov. 1631 „horà paulò plus unâ post meridiem".

En marge: Cognito DTN angulo, sufficiesset facere ut distantia SD ad DT ita angulum DTN ad angulum DSN: adeo ut non opus habeamus tot triangulorum supputatione.

	SD		TD		∠ DTN /	
En marge:	31338	——	67521	——	52′20″ /	1°52′45″ ∠ DSN

1631. Verum tempus conjunctionis hora 8, min. 4 ante meridiem Lutetiæ Par. secundum Schickardum. Gassendo hor. 7.58′.



Erravit Schickardus in his, nec recte rationem iniit. Erat enim ipsi Terra ex centro ⊙ in 14.43′ ♉ &c. ut in schemate pag. sequentis [Fig. 94]. Recta SD non transit per M. MD est recta perpendicularis in planum eclipticæ vel potius arcus circuli magni $6\frac{1}{3}$ min. qui circulus sit eclipticæ circulo ad rectos angulos.

14.29′ ♏
14′

secundum Schick. 14.43 ♏ centrum ⊙ emigrante ☿ ex disco ⊙. BE sol, S centrum ejus. M locus Mercurij. D locus reductus ad Eclipticam. SD, DT sunt lineæ rectæ. T terra.

SD		TD		∠ DTC /	∠ DSC
31338	—	67521	—	14′ /	30′10″

1.52′.45″ ∠ DSN inventus pag. præced. [voyez une des remarques marginales qui précèdent]

30. 10 — DSC

1.22. 35 ∠ CSN

14.43. 0 ♉ locus terræ ex Sole

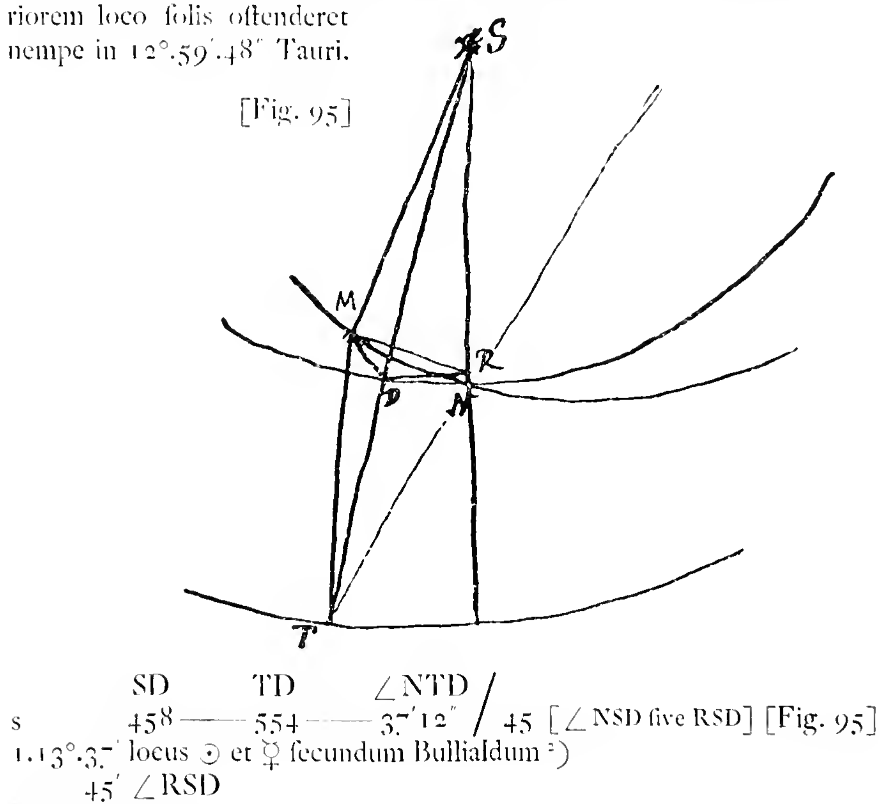
observatio Gassendi 1631 7 Nov. 13.20. 25 ♉ locus nodi N ex centro ⊙ quem Schick. male collegit in 12.51 ♉.

observatio Gallet 1677 7 Nov. 14.23. 27 ex calculo meo [nous ne trouvons pas ce calcul; dans notre § 2 qui suit Huygens écrit „14.24 ♉ secundum Cassinum atque etiam ex meo calculo”]

1. 3. 2 motus Nodi Borealis in annis 46. Convenit cum Cassino [qui trouve 63′ ou 64′]. Sed is non vere dicit locum nodi (ponens Boreum Austrino oppositum) ab observatione Hevelij ad obser-

vationem Galletij nempe in annis $16\frac{1}{2}$ retro cessisse [comparez le § 3 qui suit]. Erat enim ex calculo meo [apparemment le calcul qui suit] in Hevelij observatione locus Nodi Austrini sive descendentis ex Sole in 14°.22′ ♏ [dans le § 2 qui suit Huygens écrit également 14°22′ ♉ pour le noeud ascendant „secundum locum ex observatione Hevelij a nobis collectum”]. Nam Hevelius male rationem colligere invenit [Huygens a sans doute voulu écrire invenitur] nodi descendentis in 14.16.42″. qui nec ex sole nec ex terra ibi videri potuit. Nam ex Terra apparuisset in recta TN, quæ locum in Ecliptica multo anteriorem loco solis ostenderet nempe in 12°.59′.48″ Tauri.

[Fig. 95]



SD — TD — ∠NTD / 45 [∠NSD sive RSD] [Fig. 95]

458 —— 554 —— 37′12″

s
1.13°.37′ locus ☉ et ☿ secundum Bullialdum [2])

45′ ∠RSD

s
1.14°.22′ ☋ Mercurij ex sole,

[2]) Boulliau n'eut pas l'occasion, le 3 mai 1661, d'observer, comme Hevelius, le passage de Mercure devant le soleil: voyez la p. 290 de notre T. III. Nous ne voyons pas où il a noté que ce jour, au moment de la vraie conjonction, le soleil et Mercure se seraient trouvés en 13°37′ ♉, autrement dit que la terre, vu du soleil, se serait trouvée en ce moment en 13°37′ ♏.

C'est, comme on le voit, de cette valeur attribuée par lui à Boulliau que Huygens tire, en y ajoutant l'angle RDM ou NST, la longitude du noeud descendant N de Mercure vu du soleil; il considère apparemment cette longitude 14°22′ ♏ comme correcte, puisqu'il l'oppose à celle d'Hevelius.

hoc eſt 14.22 Scorpij nodus ☋ Mercurij ex Sole. Hevelio 14°.16′.42.

12°.49′.48 ♐ 1600 [3])	TS 101058 SM 45792 s.
1° 44. 49 à 60 compl.	ſit TD proxime 55266
35 4 menſes.	intervallum SM ☉ et ☿ 45792
14. 35. 22 ♐ aphelium ☿	Angulus MTD ex obſervatione 4°.27′. MD 72.
13. 37. 0 ♏	∠ MRD 6.54′ inclinatio orbis ☿.
30. 58. 22 [4]).	

§ 2 [5]). 12°51′ ♉ ☊ Mercurij anno 1631. 7 Nov. St. nov. hor. 9.2′½. Ex Schickardo ad obſervationem Gaſſendi.

41′12″ in annis 29 ex Rudolſinis
0.42″ in 6 menſibus

13.32.54 ♉ . ☊ Mercurij 1661. 3 maj.		1661. 3 Maj.
28.25 in annis 20 ex Rudolſinis		1631. 7 Nov.
56 in 8 menſibus		29. 6 menſes
14. 2.15 ♉	nodus ☊ Mercurij 1682 1 Jan.	
	13°.32′54″ ♉	Mercurij ☊ anno 1661.3 maj. ex motu Rudolſin.
debebat eſſe	14. 22	ſecundum locum ex obſervatione Hevelij a nobis collectum
	49′	differentia

Obſervante Gaſſendo Mercurium in Sole, erat nodus aſcendens ex ſole viſus in 13°20′ ♉ [d'après le calcul de Huygens à la fin du § 1 qui précède]. Ergo tunc nodus deſcendens, ex ſole, in 13°.20′ ♏ ſi directe opponuntur. Rurſus obſervante Hevelio Mercurium in Sole annis interjectis 29½ erat nodus deſcendens in 14°22′ ♏ nempe ex ſole ſpectatus . etſi ipſe male ponat in 14.16′.42″.

Ergo, in annis 29½, motus nodi deſcendentis fuiſſet 1°2′. qui motus ex Tabulis Rudolſinis tantum eſt 41′.54″.

Ergo motus verus nodorum ☿ eſſet ſeſquialtero fere celerior quam ſecundum tab. Rudolſinas. quod non intelligo qui ſieri poſſit.

---

[3]) Longitude de l'aphélie de Mercure, vu du soleil, en 1600 d'après les „Tabulæ Rudolphinæ". Huygens en tire d'après les mêmes tables la longitude de l'aphélie 60⅓ ans plus tard, donc pour le 1 ou plutôt le 3 mai 1661.

[4]) En prenant la différence des longitudes de l'aphélie de Mercure, vu du soleil, et de Mercure lui-même, également vu du soleil, l'un et l'autre au moment de la vraie conjonction du 3 mai 1661, on obtient évidemment l'intervalle de ce moment, vu du soleil, entre l'aphélie de Mercure et Mercure lui-même.

[5]) Le § 2 est emprunté à la p. 99 du Manuscrit F. Voyez sur la date la note 1 de la p. 319 qui précède.

Videtur in dubium revocandum illud Kepleri adſumptum, nodum aſcendentem deſcendenti directe oppoſitum eſſe, ſive interſectionem plani orbitæ Mercurij (itemque aliorum planetarum) et plani Eclipticæ fieri in linea recta per ſolem tranſeuntem [6]. Hæc ſane poſitio nihil habet veri, ſiquidem progredientibus continue nodis nullum eſt revera planum orbitæ planetariæ. Via enim planetæ eſt linea quæ nunquam in ſe ipſam redit. Unde jam liquet non recte hoc fuiſſe poſitum, quod dixi obſervante Gaſſendo, cum nodus aſcendens ☿ eſſet in 13°.20′ ♉, nodum proinde deſcendentem fuiſſe in 13.20′ ♏.

Rectius ergo motum nodorum ☿ inveſtigabimus conferendo obſervationem noviſſimam in ſole conſpecti, quæ fuit menſe Nov. 1677 die 7 hor. 12. 39′.14″, cum illa Gaſſendi quæ item menſe Novembri die 7 contigit cum in utraque ☿ fuerit circa nodum aſcendentem.

Neceſſe eſſet in tabulis Epochas poni etiam nodorum deſcendentium quia, ſi ſumamus opponi ipſos nodis aſcendentibus, falſa eſt poſitio; neque recte hinc locus loci [liſez nodi] deſcendentis colligetur.

Ex obſervatione illa anni 1677 [7]), colligitur locus nodi aſcendentis ſecundum Caſſinum atque etiam ex meo calculo [ceci ſe rapporte ſans doute au calcul par lequel notre préſent § 2 ſe termine] in 14.24 ♉, dicit enim in annis 46 qui ſunt ab obſervatione Gaſſendi ad hanc, progreſſum eſſe nodum 63′ vel 64′. Erat autem in illa Gaſſendi in 13.20′ ♉, nam Schickardus erravit ponens 12°51′ ♉, at in obſervatione Hevelij erat nodus deſcendens jam in 14.22′ ♏. Ergo proceſſiſſet tantum 2′ in annis 16 nodus aſcendens ſi ponatur ſemper directe oppoſitus nodo deſcendenti.

En marge:

	inclinatio ☿ orbis		minima diſtantia ☿ a centro ☉	
	ſin 6°.54 —	— rad. —	4′.7½ /	. . .
12014 —	100000 —		24.7½ / 2060	. . 34′20″ a centro ☉ ad ☊ apparentem

[6]) Comparez au § 3 qui ſuit ce que diſait Caſſini dans ſon article de déc. 1677 du „Journal des Sçavans”.

[7]) Nous obſervons en paſſant que le paſſage de 1677 de Mercure devant le ſoleil fut auſſi obſervé par Halley à Sainte-Hélène.

15°.38′.27 ♏ locus ☉
34.20
15. 4. 7 ♏ locus nodi apparentis

1.13′.58″ diſtantia ☊ a terra ex ſole
15.38.27 ♉ terræ locus
1677. locus ☊ ex ſole 14.24′.29″
locus ☊ in obſervatione Gaſſendi 1631 13. 20. 15
1°. 4′.14 motus ☊ in 46 annis

[ces 64′ correſpondent en effet aux 63′ ou 64′ de Caſſini. Le calcul de la p. 323 donnait 1° 3′ 2″ au lieu de 1° 4′ 14″ ce qui fait peu de différence].

§ 3 [8]). ☿ in ☉ 1677. 7 Nov. 12 h. 39′. 14″ vera conjunctio Avenione [c. à. d. à Avignon] [9]).

Diſtantia minima ☿ a centro ☉ 4′.7″.30‴ hora 0.35′.50″. Tunc latitudo ☿ borea aſcendens 3′.55″. longitudo ♏ 15°.38′.27″. Emerſio 3 h. 26′. 56″.

Ex Heckero [10]) 15.38.11

	Differentia ab obſervata [conjunctione]				
Ex Rudolf. Reinerij [11])	7 d. 8 h.	3′	7 h.	24′	Exc.
Ex calculis Heckeri	7. 6.	9	5.	9.	Exc.
Bullialdi	7. 4.	18	3.	39.	Exc.
Riccioli	7. 8.	17.	7.	38.	Exc.

[Fig. 96]

Huygens omet la citation des Tables de Lansbergen qui donnent un „defectus" de 23 h. 27′.

5 h. 35′ tempus tranſitus ſecundum Gallet.

---

[8]) Le § 3 est emprunté à la f. 210—211 des Chartæ astronomicæ. Vu l'identité du calcul final avec celui du § 2, la date de la feuille ne diffère probablement pas beaucoup de 1682.

[9]) Le temps de la conjonction, et toutes les autres données qui suivent, sont empruntés au „Journal des Sçavans" T. V, de l'an 1677. L'article de Gallet se trouve dans le n° du 20 décembre de cette année. Il est intitulé „Mercurius sub Sole visus Avenione die 7 Novembris 1677. Observante Joan. Car. Gallet I.V.D. Præposito S. Symphoriani Avenionensis". Il est suivi par les „Reflexions de M. Cassini sur les observations de Mercure dans le Soleil".

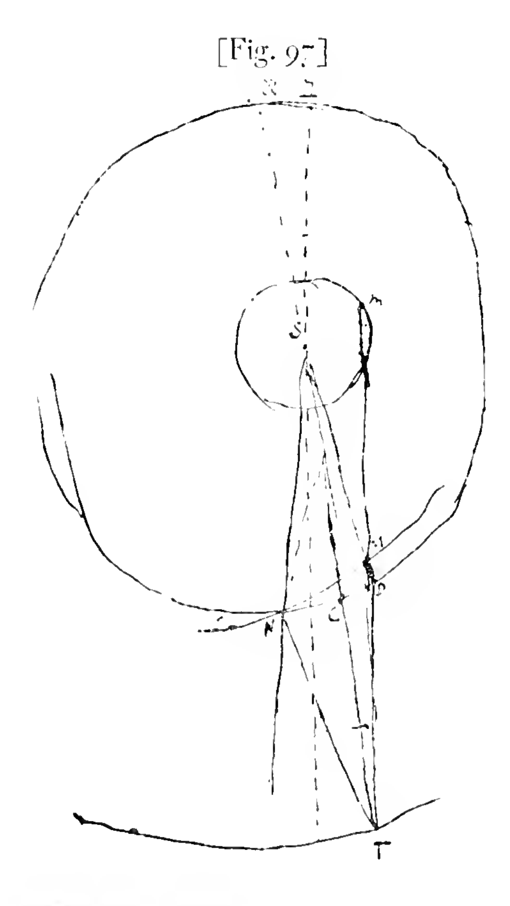
[10]) Joh. Hecker, „Ephemerides motuum cœlestium ab 1666 ad 1680, ex observationibus correctis Tychonis Brahe et Io. Kepleri hypothesibus physicis etc." Gedani 1662, Paris 1666. „Supplementum ephemeridum" Gedani 1670. „Tractatus de Mercurio in Sole viso etc." Gedani 1672.

[11]) Vincenzo Renieri ou Reinerius: „Tabulæ Mediceæ universales, quibus post unicum postaphæreseon orbis canonem, planetarum calculus exhibetur, juxta Rudolphinas, Danicas, Lansbergianas, Prutenicas, Alphonsinas et Ptolemaicas". Florentiæ 1639.

Nodus Borealis [Fig. 96] ab anno 1631 Gaſſendo obſervatus ad hunc annum 1677 proceſſit 63 vel 64 min. ut Caſſinus colligit, ſcilicet ſpatio 46 annorum, exacte ſatis ut Tabulæ Rudolſinæ quæ etiam conveniunt in tempore Epochæ nodorum [12]).

Sed in Hevelij obſervatione 1661. 3 Maj. invenit Caſſinus nodum auſtralem *promotiorem quam in hac obſervatione anni* 1677 (en marge: non eſt prouectior, nam Hevelio eſt in 14.22′ ♏. et in hac 14.24′ ♉). de ſorte (ait) *que les* (en marge: ſcribendum puto *que ſi les*) noeuds de Mercure a l'egard du ſoleil ſont oppoſez preciſement l'un a l'autre, il paroit qu'ils ont retrogradè depuis l'an 1661, comme ſont ceux de la lune, et que par conſequent leur mouvement eſt tantoſt direct tantoſt retrograde. Que ſi leur mouvement eſt uniforme il s'enſuit que la ligne des noeuds de ☿ ne paſſe pas par le centre du ☉. mais que elle en eſt eloignèe vers le limite ſeptentrional environ $\frac{1}{200}$ du rayon de l'orbe de ☿.

[Fig. 97]



Oportet igitur Caſſinum male collegiſſe locum utrumque hujus nodi in obſervatione Gaſſendi et hac. Nam distantiam recte ponit 63 vel 64 min. Vel tantum erraſſe in loco obſervationis Hevelianæ.

Ad Hevelij obſervationem ☿ in ☉. Ut conſtaret angulum apparentem orbitæ ☿ cum Ecliptica [Fig. 96] æquari Inclinationi ☿ ſcilicet 6′.54″.

Sב [Fig. 97] parallela TMm. ב eſt locus Mercurij (exeuntis è Sole) in Ecliptica nempe 14°. 29′ ♏. ∠ DTC eſt 14′. DCSא [liſez TCSא] eſt linea recta. Ergo א locus ſolis in Ecliptica eſt ulterior quam ב iſtis 14′. adeoque in 14.43′ ♏. unde locus terræ ex ſole in 14.43′ ♉.

14°29′ ♏
    14′
14°43′ ♏ ☉ centrum emigrante ☿

[comparez la p. 323].

SD	TD		
31338	— 67521	14′/30	∠ DSC

[12]) Ceci, et tout ce qui suit, se trouve en effet dans l'article de Cassini cité dans la note 9 qui précède.

	1.52′.45″	∠ DSN
	30	∠ DSC
		[calcul presqu'identique à celui du § 2, p. 323]
	1.22.45	∠ CSN
	14.43.0	♉
		locus terræ ex centro ☉
1631 obſervatione Gaſſendi	13.20.15	locus nodi N ex centro ☉. quem Schickardus male collegit in 12.51 ♉ non bona methodo uſus.
locus ☊ 1677	14.23.27	
motus ☊ ☿	1.3.12	convenit cum Caſſini.
	1.5.22	motus nodi in 46 annis ſecundum Keplerum Rudolfinis.
	0.2′.10″	differentia.

IV.

PASSAGE DE VÉNUS DEVANT LE SOLEIL EN 1639 D'APRÈS HORROX.

[1682].

A la p. 131 du Manuscrit F Huygens rappelle que ♀ in Sole obfervata ab Horroxio anno 1639, 24 Nov. ft. vet. hora 6.46 fub meridiano Uraniburgico quo tempore conjunctionem centrorum ☉ et ♀ colligit contigiffe. nam obfervatio peracta hora 3.15 Liverpoliæ in Anglia[1]). En 1695, année de fa mort, Huygens — voyez l'Appendice XII au Cofmotheoros — a écrit quelques pages fur les paffages de Vénus.

A la p. 81 du Manufcrit K — la Pièce date probablement de 1663 ou 1664 — Huygens parlait également de l'obfervation de Horrox en ajoutant: W. Crabtrius eodem tempore in Anglia obfervavit hora 3.35′ ♀ notabili intereapedine a finiftra folis margine. Diametrum ad Solis diametrum obfervabat ut 7 ad 200.

[1]) En 1661 Huygens avait rapporté de Londres le manuscrit de Horrox que Hevelius publia a sa demande en 1662 avec son propre ouvrage „Mercurius in Sole visus Gedani". Voyez les p. 315 et 438 du T. III.

V.

MESURE DE LA PARALLAXE DE MARS PAR CASSINI ET REMARQUE DE CASSINI DE 1680 SUR LES DISTANCES DES PLANÈTES.

[1682].

Manuſcrit F, p. 159 [1]). Caſſini de cometa anni 1680 [2]). Que par les meſures qu'il a priſes des diſtances des Planetes, il trouve qu'autour de la terre il pourroit y avoir des cercles 64 fois plus grands que celuy de la lune, ſans toucher aux orbites de Mars ni de Vénus [3]).

Il a meſuré la parallaxe de Mars en comparant ſa poſition entre des fixes prochaines a diverſes heures, par la lunette et des filets au foyer, et comptant avec les pendules [4]).

Ce n'eſt qu'en novembre 1688 [5]) — comparez le § 3 de la p. 410 qui ſuit — que Huygens parlera de „la parallaxe du ſoleil . . . ſelon que Mr. Caſſini [l'] a eſtablie par diverſes methodes dans l'examen des obſervations faites [en 1672] à la Cayene et a Paris en meſme temps". Et en 1694 — p. 832 qui ſuit — il citera la lettre de Flamſteed à Caſſini de juillet 1673 ſe rapportant aux valeurs de la parallaxe de Mars et de celle du ſoleil, lettre ſur laquelle Oldenburg avait d'ailleurs déjà attiré ſon attention en août 1673 (T. VII, p. 353).

---

[1]) A cettte page est mentionné le discours d'ouverture apparemment récent de juin 1682 de Burcherus de Volder nommé professeur à l'université de Leiden.

[2]) Nous avons donné à la p. 277 du T. XIX le titre complet de cette brochure de 1681 de Cassini sur la comète de décembre 1680 et des premiers mois de 1681.

[3]) Ceci (p. 28 de la brochure citée) est vrai, mais on peut en conclure que Cassini ne connaissait pas encore les vraies dimensions du système planétaire: en prenant 64 fois la distance de la lune à la terre on trouve 24 à 25 millions de K.M., tandis que les plus courtes distances de Mars et de Vénus à la terre sont respectivement de 57 et de 41 millions de K.M. Au lieu de „64 fois" on dirait maintenant „100 fois".

[4]) C'est dans le Chap. XXXIV „Seconde methode de chercher la parallaxe" du Traité „Les Elemens de l'Astronomie verifiez par M. Cassini par le rapport de ses Tables aux observations de M. Richer faites en l'isle de Caïenne etc." (Mémoires de l'Academie Royale des Sciences depuis 1666 jusqu'à 1699, T. VIII) que Cassini raconte comment en „1672, vers le temps de l'opposition de Mars au Soleil" il a cherché „la parallaxe de Mars par la methode que nous avons employée [depuis] pour trouver celle de la Comete de l'an 1680". On en trouve le compte-rendu dans la partie „Recherche de la Distance de la Comete à la Terre" de la brochure citée dans la note 2. Cette partie fut lue à l'Académie Royale le 18 janvier 1681.

[5]) Manuscrit F, p. 327.

VI.

PETITESSE DU SOLEIL, ET DE LA TERRE, PAR RAPPORT AUX DIMENSIONS DU SYSTÈME SOLAIRE.

[1682].

Auprès d'une petite figure de la p. 100 du Manufcrit F [1]) repréfentant, femble-t-il, fous la forme de circonférences de cercle concentriques, les orbites de cinq planètes, Huygens note: Sciendum eft fi ad hanc orbium cœleftium magnitudinem cætera vera proportione referantur, Terram fore ea parvitate ut omnino videri nequeat, Solem exigui puncti inftar duploque fere fole minorem orbitam lunæ, extremorum vero comitum Jovis et Saturni orbitas non majores hujufmodi circellis ∘ ○.

Ceci fe rapporte au planétaire: voyez la note * de la p. 601 qui fuit.

À la même page:

Periodi Saturniorum Comitum [2])

proximi $4\frac{1}{2}$ dierum
fecundi 16 dierum
tertij 80 dierum

Digreffiones Saturniorum Comitum

proximus . . . .
fecundus 3'.16'' [3]).

Digreffiones Jovialium a Jovis centro [4]) in femidiametris ipfius Jovis, fecundum Caffinum

proximus 5 ($2'\frac{2}{3}$)
fecundus 8 ($4'\frac{1}{4}$)
tertius 13 ($6'\frac{1}{1}\frac{4}{5}$)
quartus 23 ($12'\frac{1}{4}$)

---

1) La date du 8 février 1682 se trouve à la p. 101 du Manuscrit.

2) Comparez la p. 780 qui suit. En 1682 on ne connaissait pas encore les deux satellites interieurs: Cassini les découvrit deux ans après. Le secundus du présent texte — celui que Huygens avait découvert — devint alors le quartus, et ainsi des autres.

3) D'après Huygens lui-même dans son „Systema Saturnium". Comparez la note 4 de la p. 836 qui suit.

4) Comparez la p. 780 qui suit, ainsi que le § 3 de l'Appendice X au „Cosmotheoros".

VII.

CONJONCTIONS DE PLANÈTES.

[1682].

Par différents calculs qui occupent les p. 133 et 135 du Manuscrit F. Huygens trouve:

1682. Inter 16 et 17 Sept. conjunctio ♂ et ♃. Saturnus circiter 2 gr. soli propior.
Inter 21 et 22 Sept. conjunctio ♂ et ♄. Jupiter circiter 1½ gr. a sole remotior.
13 Oct. conjunctio ♃ et ♄. ♂ circiter 10 gr. propior soli.

Toutefois (Manuscrit F, p. 159):

La seconde conjonction de ♄ et ♃ en 1683 entre le 29 et 30e Janvier suivant les Ephemerides d'Argolus[1]) au 17°58♌. La precedente est marquée par le mesme au 30 Oct. 1682 au 19°55♌.

[1]) Consultez sur ces Ephémérides, datant de 1638, la note 7 de la p. 497 du T. V.

VIII.

DÉPLACEMENT DANS LE COURS DES SIÈCLES DU PÔLE DE L'ÉQUATEUR SUR LA VOÛTE CÉLESTE (SUIVANT MEGERLIN, D'APRÈS HUYGENS) ET CRITIQUE DE LA PENSÉE DE CET AUTEUR.

[1684, 1685, ou 1686.][1])

Stella polaris hodierna in extremitate cynofuræ, tempore mundi conditi[2]) non erat Polaris; fed lucida in cauda draconis; quæ hodie diftat a polo 24 gr. Sic etiam ab hoc noftro tempore poft 24 (fi qua erunt) fæcula, ftella in crure finiftro Cephei: et poft 97 fæcula, illa quæ eft in dextra ala cygni, ftella erit polaris, quamvis hodie ultra 45 gr. a Polo diftet. Megerlinus, prof. math. Bafileenfis, in fyftemate mundi Copernicano demonftrato. Huic validiffimo argumento alia plura addit leviora, et quædam plane nullius ponderis, auctor judicij haudquaquam exacti[2]).

---

[1]) Manuscrit F, p. 205.

[2]) Les deux dernières phrases du présent alinéa font l'effet d'avoir été ajoutées apres coup. Petrus Megerlin (1623—1686), d'origine allemande, devint en 1674 professeur de mathématiques à l'université de Bale. Il était fort connu comme astrologue et fit paraître en 1682 à Amsterdam, chez H. Wetstenius, son „Systema mundi Copernicanum argumentis invictis demonstratum et conciliatum Theologiæ", ensuite en 1683 à Bale, chez J. L. König, son „Theatrum divini Regiminis, a mundo condito usque ad nostrum seculum, delineatum in tabella mathematico-historica, qua secundum revolutiones conjunctionum & oppositionum magnarum Saturni & Jovis post octo proximè secula redeuntes, Historia Ecclesiastica & Politica per omnes Mundi partes omnesque Provincias Europæ in suas periodos & secula accuratè distributa, uno intuitu conspicienda proponitur, cum Indice Historico-Chronologico locupletissimo rerum gestarum annos & scriptores, horumque libros & capita sive sectiones indicante. Adjectus est Commentarius Chronologicus etc. cum Cyclis Planetarum et Eclipsium".

Voyez une citation de Megerlin dans la note 20 de la p. 311 qui précède.

IX.

REMARQUE SUR LA GRANDEUR DIFFÉRENTE OU ÉGALE DE LA RÉFRACTION ATMOSPHÉRIQUE DANS LE CAS DE LA LUNE ET DU SOLEIL.

[1685 ou 1686.][1])

Si fol et luna eundem locum obtineant ex centro terræ fpectanti, tunc refractio folem altius efferet quam lunam. et tamen volunt plerique Solis et fixarum minorem effe refractionem quam Lunæ.

At fi Sol et Luna æquali angulo fub plano horizontali depreffi fint, uterque æqualiter a refractione attollitur. Et fic dicendum æqualem effe utriufque refractionem.

---

[1]) Manuscrit F, p. 219.

APPENDICE I

AUX „ASTRONOMICA VARIA 1680—1686".

[?][1]

Ex Kepleri responsione ad Jo. Bartschium[2]). Apud Philippum Hessiæ landgravium[3]) tubum se vidisse narrat 50 pedum longitudine qui trochea ad defixam malum attollebatur, nullaque lente erat instructus, sed in summa parte foramen habebat pisi magnitudine. Hoc radios solis transmittebat imaginemque ejus in charta alba depingebat in qua maculæ solis distincte conspiciebantur[4]).

Ex Admonitione ad astronomos[4]). Anno 1607 se deceptum fuisse ait, maculam solis pro Mercurij planeta accipiendo, publicèque venditando[5]).

---

[1]) La Pièce est empruntée à la f. 109 des „Chartæ astronomicæ".

[2]) Bartsch adressa une lettre ouverte à Kepler le 1 septembre 1628. Kepler y répondit le 6 novembre 1629 („Ad epistolam Jacobi Bartschii responsio. De computatione et editione ephemeridum". Typis saganensibus). L'une et l'autre lettre (la première en raccourci) se trouvent en traduction allemande dans l'édition de 1930 „Johannes Kepler in seinen Briefen" par M. Caspar et W. von Dyck.

[3]) Il s'agit, pensons-nous — d'après la Tab. 43 „Das Hessische Haus" du „Genealogisches Handbuch der Europäischen Staatengeschichte" par Ottokar Lorenz, Stuttgart & Berlin. Cotta. 1908 — de Philippe de Butzbach († 1643), fils de Georges le pieux (Georg der Fromme † 1590), lui-même fils de Philippe I (Philip der Grossmütige, 1509—1567).

[4]) Il a été question plus haut (p. 309) de l'„Admonitio ad curiosos rerum coelestium" de 1630 de Kepler. On a vu qu'il y engage les astronomes à regarder les planètes passant devant le soleil „applicatione tubi super papyro [depictos]"; ce que Huygens n'eut pas l'occasion de faire en 1631 (note 3 de la p. 307).

[5]) Dans sa brochure „Phænomenon singulare seu Mercurius in Sole" de 1609 (Lipsiæ, impensis Th. Schureri Bibliopolæ). Il est aussi question de cette erreur de Kepler — encore dépourvu de télescopes — dans l'article de 1632 cité plus haut (p. 319) „Mercurius in Sole visus etc. anno 1631" de P. Gassendi; p. 16: „Hinc Kepplerus optimo jure canat jam palinodiam de viso aliàs, seu à se, seu ab alijs, in Sole, Mercurio. Nempe dicere possumus hoc nobis primùm fuisse concessum ... Quem putârat ... conspectum sibi Mercurium, Maculam demùm fuisse agnovit". W. Schickard dans son article de la même année, cité à la p. 319 qui précède, fait également quelques réflexions sur ce sujet.

APPENDICE II
AUX „ASTRONOMICA VARIA 1680–1686".

[?]

Fausse equation de Cepler pag. 286 inst. astron. [1]).

Il s'agit de l'„Epitome Astronomiæ Copernicanæ", édition de 1635. La p. 286 fait partie de la Pars Tertia „De Anno et Partibus ejus, deque Diebus & eorum incrementis vel decrementis" du Lib. III „De Doctrina primi motus, dictâ Sphærica". A la question *Dic regulam generalem, quæ sit utilis etiam in doctrina Theorica Aequali Temporu* [sic]? Kepler répond:

„Tempus est constituendum quando Solis Apogaeum, de quo libro VI, in principium Cancri incidit ... Et hoc tempus sine æquatione sumptum, est statuendum pro Radice, ad quam cætera per æquationem comparentur. Tunc proposito quovis tempore apparenti, quæritur ascensio recta loci Solis, quæritur etiam motus medius Solis ab æquinoctio: differentia utriusque est æquatio temporis ...

Verbi causa, sit anno Christi 1260. completo, Apogæum Solis in o. Cancri: Et sit tempus æquandum Anno 1457. 3 Sept. H. 11.6. Colligitur igitur ad hoc tempus locus Solis, At [lisez: ut] lib. VI discemus, 19.27 Virg. cujus & Ascensio recta 170.19. At motu Medio Sol elongatur ab æquinoctio 171.27. Hic igitur differentia est temp. 1 m. 8. id est, H. o, M. 4. Se 20 [2]). Tantum est auferendum apparenti tempori, ut sciatur, quot æquatoris tempora inde ab anno 1260. lapsa sint ..."

Habendus locus solis verus anno 1260 completo et ejus ascensio recta.

Item locus solis verus anno 1457. 3 Sept. h. 11. 6′ quem dicit esse 19.27′ Virg. Et ascensio recta hujus loci, quam dicit esse 170.19.

Tum auferendum prior ascensio recta a posteriore et differentia comparanda cum motu medio solis quantus convenit intervallo dato nempe annorum 196 completorum augusto mense completo et 2 diebus. horis 11.6′. qui motus medius est 8ˢ. 3°. 25′. 13″ [3])

At Keplerus tantummodo loci solis veri anno 1457 & ascensionem rectam comparat cum loco solis medio ab Arietis principio. hoc est 170.19 aufert ab 171.27 et differentiam 1°.8′ convertit in tempus. h. e. m. 4′. s. 20″ [2]) quod ait auferendum ab apparenti tempore ut fiat medium. Absurdum. Recte enim si anno 1260 completo locus solis etiam esset in principio ♋. Sed nunc apogeum tantum hic statuitur, non vero locus solis.

[1]) Chartæ astronomicæ, f. 230—232.

[2]) A 1°8′ correspondent, nous semble-t-il, 4 min. et 32 (non pas 20) sec.

[3]) s = sextans = 60°.

Le calcul de Huygens conduit en effet à une différence 1°8'. Bene ergo Keplerus si tempore Epochæ, hoc est, anno 1260 completo, solis locus fuisset in principio ♋, ubi et apog. ☉ ponitur. Sed erat in 9 [s]. 19°.1' in ♑.

Huygens discute aussi un passage de Mouton [4]) voulant establir l'Epoque du moyen mouvement du soleil, qu'il fait bien, mais . . . etc.

[4]) G. Mouton „Observationes diametrorum solis et lunæ apparentium", 1670.

QUE PENSER DE DIEU? [1])

[1]) Voyez aussi e.a. les §§ 5, 6, 8, 9, 15 de la Pièce „De rationi impervijs" qui suit (p. 514 et 516) ainsi que la Partie III de la p. 1.

QUE PENSER DE DIEU?

[1686 et 1687?] [2]).

§ 1 [3]). Les paiens et barbares attribuoient à Dieu un corps femblable au corps humain, les philofophes luy attribuent une ame femblable a l'ame humaine et des affections femblables aux noftres, feulement differentes en perfection. Ils luy donnent une maniere de penfer, de vouloir, d'entendre, d'aimer. Que pouvaient-ils faire autre chofe? Avouer qu'il furpaffe de bien loin l'homme d'avoir une idée de Dieu.

§ 2 [3]). C'eft une imperfection, dit des Cartes, d'eftre divifible; pour prouver que Dieu n'eft point eftendu [4]). C'eft une pauvre raifon, car pourquoy eft ce là une imperfection?

Il eft, dit-il, de la nature de l'infini de ne pouvoir eftre compris par nous qui fommes finis [5]). Ce ne font que des paroles. Qu'eft ce a dire que nous fommes finis? car

---

[2]) Voyez les notes 3, 7 et 10 sur la date des §§ 1, 2, 4 et 5 qui suivent. Ces §§ — et il en est de même du § 3 — peuvent fort bien être tous de 1686 ou 1687.

[3]) Chartæ astronomicæ, f. 124. La feuille n'est pas datée; mais comme Huygens y dit que „Saturne . . . suit le mouvement de la matiere [du tourbillon] "les §§ 1 et 2 ne peuvent pas être postérieurs à 1687: comparez la note 7 et voyez sur ce sujet la p. 121 qui précède.

[4]) On lit dans la Quatrième Partie du Discours de la Méthode: „Suivant les raisonnements que je viens de faire, pour connaître la nature de Dieu autant que la mienne en était capable, je n'avais qu'à considérer, de toutes les choses dont je trouvais en moi quelque idée, si c'était perfection ou non de les posséder, et j'étais assuré qu'aucune de celles qui marquaient quelque imperfection n'était en lui, mais que toutes les autres y étaient . . . Mais, pour ce que j'avais déjà connu en moi très-clairement que la nature intelligente est distincte de la corporelle, considérant que toute composition témoigne de la dépendance, et que la dépendance est manifestement un défaut, je jugeais de là que ce ne pouvait être une perfection en Dieu d'être composé de ces deux natures, et que par conséquent il ne l'était pas".

Dans le Cap. XXIII de la Pars Prima des „Principia Philosophiæ" Descartes écrit: „Multa sunt, in quibus etsi nonnihil perfectionis agnoscamus, aliquid tamen etiam imperfectionis sive limitationis deprehendimus; ac proinde competere Deo non possunt. Ita in naturâ corporeâ, quia simul cum locali extensione divisibilitas includitur, estque imperfectio esse divisibilem, certum eft Deum non esse corpus".

[5]) Nous lisons dans la troisième des „Méditations touchant la philosophie première, dans lesquelles on prouve clairement l'existence de Dieu et la distinction réelle entre l'âme et le corps de l'homme": „Quand je pense que je suis maintenant, et que je me ressouviens outre cela d'avoir été autrefois, et que je conçois plusieurs diverses pensées dont je connais le nombre, alors j'acquiers en moi les idées de la durée et du nombre, lesquelles, par après, je puis transférer à toutes les autres choses que je voudrai. Pour ce qui est des autres qualités dont les idées des choses

il ne parle encore que de noſtre ame ou penſee. Cela ne peut rien ſignifier ſinon que noſtre ame ne comprend point l'infini, et que pour cela elle ne le comprend point.

Cherchons a prouver qu'il y a un autheur ſumme intelligens, mais d'une intelligence tout a fait autre que la noſtre, non pas par ces idees, mais par la conſideration des choſes creees, ou il parait tant de art et de prudence, ſur tout en ce qui regarde les animaux.

§ 3 [6]). Le doute fait peine a l'eſprit. C'eſt pourquoy tout le monde ſe range volontiers a l'opinion de ceux qui pretendent avoir trouvè la certitude. juſques la qu'ils aiment mieux les ſuivre en ſe laiſſant abuſer.

Il ne faut pas croire ſans qu'on ait raiſon de croire; autrement que ne croit on les fables et les comptes [ſic] des vieilles, et pourquoy les Turcs n'ont ils point raiſon de croire à l'Alcoran?

---

corporelles sont composées, à savoir, l'étendue, la figure, la situation et le mouvement, il est vrai qu'elles ne sont point formellement en moi, puisque je ne suis qu'une chose qui pense; mais parce que ce sont seulement de certains modes de la substance, et que je suis moi-même une substance, il semble qu'elles puissent être contenues en moi éminemment. Partant il ne reste que la seule idée de Dieu, dans laquelle il faut considérer s'il y a quelque chose qui n'ait pu venir de moi-même. Par le nom de Dieu, j'entends une substance infinie, éternelle, immuable, indépendante, toute connaissante, toute puissante, et par laquelle moi-même et toutes les autres choses qui sont (s'il est vrai qu'il y en ait qui existent) ont été créées et produites. Or ces avantages sont si grands et si éminents, que plus attentivement je les considère, et moins je me persuade que l'idée que j'en ai puisse tirer son origine de moi seul . . . encore que l'idée de la substance soit en moi de cela même que je suis une substance, je n'aurais pas néanmoins l'idée d'une substance infinie, moi qui suis un être fini, si elle n'avait été mise en moi par quelque substance qui fût véritablement infinie".

Dans la Pars Prima des „Principia Philosophiæ" Descartes écrit Cap. XVIII: „quia summas illas perfectiones, quarum ideam habemus, nullo modo in nobis reperimus, ex hoc ipso rectè concludimus eas in aliquo à nobis diverso, nempe in Deo, esse . . . quia Dei sive entis summi ideam habemus in nobis, jure possumus examinare à quânam causâ illam habeamus; tantamque in eâ immensitatem inveniemus, ut planè ex eo simus certi, non posse illam nobis fuisse inditam, nisi à re in qua sit revera omnium perfectionum complementum, hoc est, nisi à Deo realiter existente". Cap. XIX: „est de naturâ infiniti ut a nobis, qui sumus finiti, non comprehendatur . . . nihilominus tamen ipsas [perfectiones] clarius & distinctius quam ullas res corporeas intelligere possumus".

En 1691 (T. X, p. 104) Huygens écrira à G. Meier: „in metaphyſicis . . . nec Exiſtentiam Dei neque . . . etc. unquam mihi demonſtraſſe viſum [Carteſium]" — voyez aussi la note 2 de la p. 522 qui suit — et en 1692 à Leibniz (T. X, p. 302): „Nous n'avons nullement cette idée *entis perfectiſſimi*". Ceci se rapporte apparemment, outre aux passages déjà cités, au Cap. XIV de la Pars Prima des „Principia Philosophiæ" où Descartes écrit: „Considerans deinde inter diversas ideas quas [mens] apud se habet, unam esse entis summè intelligentis, summè potentis & summè perfecti, etc."

[6]) Chartæ astronomicæ, f. 128. Feuille sans date.

§ 4 [7]). Quod si ad causas tantarum rerum investigandas exspatiari libeat qu'il s'offre une quantité de belles speculations. Quid Planetas ad solem adduxerit. Quomodo corpora globosa effecta fuerint. Pourquoy les tourbillons qui portent les lunes aillent du mesme sens que le grand tourbillon [7]). Pourquoy l'axe de la terre et Saturne sont inclinez au plan de leur orbites.

Que quoyque Dieu ait ainsi disposé ces choses, pourtant il est certain qu'il agit par les loix immuables de la nature, et qu'il est autant permis de rechercher dans ce bastiment du monde la suite et l'efficace des causes naturelles que dans la production du flus et reflus de la mer [8]), du tonnerre, de l'arc en ciel [9]) et autres choses de cette sorte.

§ 5 [10]). Le Roy Alphonse [11]) est accusé d'avoir dit qu'il auroit pu donner de bons avis a Dieu, touchant l'ordre et la disposition des Orbes Celestes. Je crois qu'il a voulu dire; voiant les absurditez et les embaras de toutes ces spheres solides et excentriques dans le systeme de nos Astrologues Juifs et Arabes; que ce n'estoit pas là la veritable constitution de l'univers, ni un ouvrage digne de la divine sagesse. Car quelle apparence qu'il se soit vanté [12]) de pouvoir corriger le vray ouvrage de Dieu!

Voyez encore sur les différents paragraphes de cette Pièce les Additions et Corrections à la fin du présent Tome.

[7]) Chartæ astronomicæ, f. 194. Ce que Huygens dit ici sur les tourbillons indique (comparez la note 3) qu'en ce moment il croit encore aux vortices deferentes. La f. 194 citée n'est donc pas postérieure à 1687 puisque les „Principia" de Newton de cette année l'amenèrent à concevoir les tourbillons autrement. Voyez aussi sur les tourbillons la note 3 de la p. 348 qui suit.

[8]) Voyez sur ce sujet les p. 178—179 du T. XX.

[9]) Consultez sur ce sujet le T. XIII.

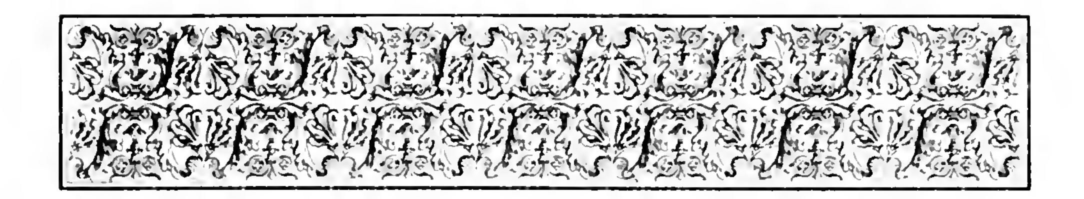
[10]) Chartæ astronomicæ f. 122. Cette feuille n'est pas datée. Elle est de 1687 au plus tôt puisqu'elle contient aussi les mots: Tourbillons detruits par Newton etc. Voyez la p. 437 qui suit. Dans cette feuille il est en outre question de la „Pluralité des mondes", c. à. d. du Traité de Fontenelle dont nous avons dit aux p. 301 et 634 du T. IX qu'il est de 1688; mais ce Traité a en réalité été publié en 1686.

[11]) Voyez sur le roi Alphonse X et les Tables Alphonsines la p. 259 du T. XIX.

[12]) Nous avons corrigé „venté" en „vanté". Ailleurs Huygens écrit „vanter"; voyez p.e. la l. 13 de la p. 455 du T. XIX.

PENSEES MESLEES

44



Avertiſſement

Dans la Pièce des Chartæ aſtronomicæ qui porte le titre „Penſees meſlees" Huygens fait à la fois des remarques ſur ſon planétaire et ſur l'univers réel dont le planétaire repréſente une petite partie. Le § 59 qui ſuit — la diviſion en §§ eſt de nous, comme d'habitude — fait bien voir combien il eſt convaincu de l'immenſité de l'eſpace — ou plutôt de la partie finie de l'Eſpace — parſemé d'étoiles [1]), en dehors duquel, l'Eſpace étant infini [2]), il peut toutefois y avoir „d'autres choſes creees dont l'idee ne tombe point en noſtre penſee".

Les mots „Penſees meſlees" ne ſe trouvent que ſur la double feuille 197—198 des Chartæ, mais nous avons cru pouvoir publier ſous le même titre les f. 191—193 et 195—196 auxquelles il convient tout auſſi bien et qui nous paraiſſent dater du même temps.

La f. 197 porte la date du 12 ſeptembre 1686; il eſt vrai que cette date y eſt intimement liée aux noms Smith et Chamberlain, de ſorte que nous ne pouvons pas affirmer que le texte de la feuille eſt préciſément de ce jour; mais nous croyons du moins être en droit de dire que ce texte n'eſt fort probablement pas poſtérieur au 12 ſeptembre 1686 et que la date 1686 peut être adoptée comme vraiſemblablement

[1]) Voyez la note 16 de la p. 351 qui suit.

[2]) Consultez, outre le § 59 cité dans le texte, la fin de la note 6 de la p. 195 du T. XVI.

exacte. Ce qui fait voir, indépendamment de la date inscrite, que Huygens a rempli les feuilles en question de ses „pensees meslees" avant d'avoir lu les „Principia" de 1687 de Newton, c'est que dans ces feuilles il a toujours des tourbillons la même conception que lorsqu'il lut à l'Académie Royale, en 1669, sa Pièce sur la pesanteur [3]. La remarque marginale qui fait partie de notre § 5 montre qu'en écrivant la présente Pièce il n'était pas encore bien convaincu, comme il le sera après la lecture des „Principia", de la vérité de la deuxième loi de Kepler. Voyez aussi au § 16 ce qu'il dit sur le mouvement des comètes résultant „de leur embrasement comme aux fusées", et plus loin (§ 50) sur „leur chemin droit ou presque droit".

Nous aurions pu procéder à un nouvel arrangement des „Pensees meslees", comme nous l'avons fait pour la Pièce précédente que nous avons intitulée „Que penser de Dieu?", dont plusieurs paragraphes sont d'ailleurs imprimés une deuxième fois dans le présent Tome, avec leur contexte. Le § 4 p.e. de cette Pièce est identique avec le § 40 de la présente Pièce, dont il a été tiré. En formant un tout de ce qui se rapporte au planétaire, un autre de ce qui a trait au système solaire réel, d'autres encore des remarques cosmologiques et de celles sur l'Auteur du monde, etc. nous aurions généralement pu rendre les pensées de Huygens mieux lisibles. Tout bien considéré, il nous a cependant paru préférable de les publier comme elles se suivent et sans aucune retouche (malgré les répétitions qu'on y trouvera) nous contentant d'y joindre quelques notes explicatives.

Nous attirons spécialement l'attention du lecteur sur les §§ 27 et 44 où Huygens dit que les vues sur les dimensions de notre système planétaire qu'on trouve dans son „Systema Saturnium" de 1659 ont été confirmées par la mesure des parallaxes de Mars et de Vénus par Cassini et Picard [4]. Il est vrai que dans le § 27 le passage en question est biffé et que dans le § 44 il n'est question que de la parallaxe de Mars. Ce passage du § 27 a-t-il été biffé parce que l'accord n'était pas complet? Voyez sur les dimensions du système planétaire d'après Huygens et d'après Cassini respectivement la p. 308 et la note 3 de la p. 331 qui précèdent.

---

[3]) Voyez cette Pièce aux p. 631—644 du T. XIX et comparez la note 7 de la p. 343 qui précède. Il est question des tourbillons dans les §§ 18, 35, 50, 58 qui suivent. Consultez sur l'historique des idées de Huygens sur les tourbillons les p. 437—439 du présent Tome.

[4]) P. 311 et 331 qui précèdent. Voyez aussi la note 14 de la p. 602 qui suit.

Smith et Chamberlain [1]. 12 Sept. 86.

PENSEES MESLEES [2]

[1686] [2]

§ 1 [3]. En tracant la figure de l'orbe lunaire autour de la terre, que je place sur un morceau de son grand orbe il faut marquer le mouvement journalier de la terre, et en quel espace du grand orbe elle fait un tour de 24 heures.

§ 2 [4]. Que je ne m'arresteray pas a produire les raisons pour le mouvement de la terre, mais que je supposeray le systeme selon Copernic.

Kepler a reduit le systeme a une merveilleuse simplicitè et facilitè a concevoir [5].

§ 3. Je n'ay pu representer les aphelies ni les noeuds mobiles ni le mouvement journalier de la terre.

Ni le mouvement des æquinoxes a l'egard des fixes.

Ni le mouvement du soleil sur son axe.

Ni les mouvements des satellites de Jupiter ou de Saturne.

Ni l'obliquitè de l'anneau.

---

[1]) Nous ignorons de quel Smith et de quel Chamberlain il est question. S'agit-il peut-être de Peter Chamberlain (T. VI, p. 94, notes 12 et 13) mort en 1682, avec qui Huygens avait jadis été en correspondance, ou bien plutôt de Edward Chamberlain (T. VII, p. 527) encore en vie? Puisqu'une date précise est donnée, on pourrait se figurer que Huygens fut visité ce jour par MM. Smith et Chamberlain.

[2]) C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce, Chartæ astronomicæ f. 197—198. Comparez sur la date l'Avertissement qui précède.

[3]) On voit Huygens toujours occupé en esprit à perfectionner son planétaire; mais nous ne trouvons pas qu'après van Ceulen en 1681—1682 il ait engagé aucun autre ouvrier à réaliser ses projets.

[4]) Ici, c'est à la future Description du planétaire que Huygens songe; comparez les p. 111—112 qui précèdent.

[5]) Ce qui ne veut pas dire qu'avant d'avoir lu les „Principia" de 1687 de Newton, Huygens était pleinement convaincu de la réalité du mouvement elliptique des planètes; comparez les p. 113, 124 et 129—132 qui précèdent. Il semble bien, à en juger par les termes dans lesquels il s'exprime, que vers 1686 il ait été de plus en plus porté à admettre la réalité des orbites elliptiques ainsi que la vérité de la loi des aires de Kepler; mais voyez cependant sur ces sujets le § 5 qui suit.

Les corps du soleil et des planetes excedent beaucoup leur veritable proportion, comme aussi les orbites des satellites.

En marge: Il faut dire comment on met les planetes a leur place, au jour donnè qui sert d'Epoque.

§ 4. Du plaisir que donne le mouvement des planetes en les faisant aller auec la manivelle.

§ 5 [6]). En expliquant mon inegalitè du mouvement des planetes [7]) je parleray de la fausse conclusion de Kepler, qui veut que le soleil les meuve, et inegalement selon les distances.

En marge: Si l'on ne pourroit pas mettre la celeritè d'une mesme planete suivant la regle qu'elles gardent entre elles pour leur mouvement periodique [8]).

§ 6 [9]). Raison a chercher pourquoy les planetes a peu pres dans un mesme plan et chacune dans celuy qui passe par le soleil [10]).

Pourquoi elles tournent en elles et avec leur compagnons toutes d'un mesme sens, et le mesme que le grand tourbillon.

§ 7. Contre la contiguitè des tourbillons de Descartes. son erreur en parlant des

---

[6]) Comparez le § 48 qui suit. La théorie de Kepler suivant laquelle le soleil meut les planètes — nous l'avons mentionnée aussi dans le dernier alinéa de la note 7 de la p. 276 du T. XIX — action dont l'intensité diminue avec la distance, est exposée par lui dans le Liber Quartus de l'„Epitome Astronomiæ Copernicanæ". Il y parle d'une certaine analogie avec les actions magnétiques. La moitié de chaque planète serait, pour ainsi dire, amie, l'autre ennemie du soleil. P. 519: „corpore Solis converso, virtus etiam illa convertitur quemadmodum magnete converso . . . cumque Sol illà virtute sui corporis arripuerit planetam, seu trahens illum, seu repellens, seu dubius inter utrumque, secum etiam circumducit illum".

[7]) Voyez sur la théorie de Huygens de l'inégalité du mouvement des planètes les p. 121—124 qui précèdent.

[8]) Comparez les p. 120—121 et 128—129 qui précèdent : la règle des vitesses que les planètes (se mouvant approximativement dans des circonférences de cercle concentriques) „gardent entre elles" d'après Kepler, s'exprime par l'équation $v_1 : v_2 = \frac{1}{\sqrt{r_1}} : \frac{1}{\sqrt{r_2}}$, où v_1 et v_2 sont les vitesses, et r_1 et r_2 les rayons correspondants. Voyez aussi la note 25 de la p. 353 qui suit.

[9]) Ceci ne fait plus partie de la Description du planétaire. Huygens songe apparemment à la possibilité d'une publication de plus grande envergure; comparez la p. 129 qui précède.

[10]) Huygens ne songe plus (comparez le § 49 qui suit) à la possibilité, admise pour un moment en 1682 (p. 310 qui précède), que les orbites des planètes pourraient être telles qu'il ne serait pas permis de se les figurer approximativement comme des courbes fermées situées dans des plans passant tous par le soleil. Mais voyez cependant ce qu'il dit encore sur ce sujet dans la „Descriptio automati planetarii" à la p. 623 qui suit.

cometes, qu'il croit eſtre apperceües auſſi toſt qu'elles paſſent les confins de noſtre tourbillon avec les voiſins[11]).

§ 8. N'ayons pas l'orgueil de nous croire ſeigneurs de toute la nature. C'eſt deſia plus que nous pouvons demander d'eſtre &c. Vid. D. Pouwer Magnetical Exper. pag. 164[12]).

§ 9. Accouſtumons nous a imaginer des nombres qui aient autant de chifres que le globe de la terre peut contenir de grains de ſable[13]).

§ 10. Vereri videntur ne veritas veritati contraria inveniatur. vel ne facta Dei dictis non conſentiant.

Le ſujet du verbe „videntur" ſemble être: les théologiens ou philoſophes ſe demandant comment il faut accorder les „facta Dei", c.à.d. le monde tel que nous le voyons et tel que les lunettes et les calculs des aſtronomes le font connaître, avec les „dicta Dei", c.à.d. avec la Bible que beaucoup ont coutume d'appeler „la parole de Dieu".

§ 11. Que nous ſommes dans le ciel[14]). *cecy apres la grande repreſentation.*

Que ce qui ſembloient eſtre des chimeres eſt devenu veritè. Democrite[15]). Brunus, mais en quoy il a errè[16]).

---

[11]) Comparez le § 16 qui suit, ainsi que les p. 290, 295, 304 et 308 du T. XIX.

[12]) „Experimental Philosophy, in Three Books: containing New Experiments microscopical, mercurial, magnetical. With some Deductions, and Probable Hypotheses, raised from them in avouchment and illustration of the new famous Atomical Hypothesis". By Henry Power, Dr. of Physick. London, printed by T. Roycroft, for John Martin, and James Allestry, at the Bell in S. Pauls Church-yard. 1664. On trouve en effet à la p. 164 (dernière page du Chap. IV des „Magnetical Experiments", intitulé „That the World was not made Primarely, nor Solely for the use of Man, nor in subserviency unto Him and his Faculties") ce qui suit: „Let us not therefore pride our selves too much in the Lordship of the whole Universe, 't is more, I am sure, than we could challenge from our Creatour, that he hath made us such Noble Creatures as we are, that he hath given us such a large Inheritance, as the whole Globe of the Earth, that he hath Subjugated all things therein to our use and service; and lastly, that he hath endued our Souls with such spiritual and prying faculties, that we can attempt and reach at the Superiour and more mysterious works of his Creation, and therein to admire those things we are not capable to understand. As for the Earth being the Centre of the World, 't is now an opinion so generally exploded, that I need not trouble you nor my self with it. Etc.".

[13]) Les nombres en question sont ceux qui, suivant Huygens, pourraient servir à se faire une idée de la multitude des étoiles: comparez le § 59 à la p. 371 qui suit.

[14]) Comparez les §§ 28 et 37 qui suivent.

[15]) Nous avons déjà cité dans la note 2 de la p. 190 du T. XVI le passage de Plutarque ou Pseudo-Plutarque („De Placitis Philosophorum" II C. 1): „Democritus et Epicurus... infinitos Mundos in spatio undequaque infinito positos existimarunt".

[16]) Dans le Cap. II du Lib. VI de son „De Immenso et Innumerabilibus, seu de universo & Mundis", Giordano Bruno fait mention du „Democriti innumeris de mundis sensus". Huygens est d'avis

§ 12. Argument de la vertu centrifuge pour le fysteme nouveau [17]).

§ 13. Que la grandeur des corps celeftes et des efpaces qu'ils occupent et leur mouvements ne font pas tant voir l'exiftence d'une fupreme intelligence que les chofes particulieres que nous voions icy dans les plantes et animaux, leur generation, leur confervation. Et furtout dans l'intelligence des hommes.

---

§ 14. En marge [18]): .... compendio quodam in automato quo planetarum motus imitati fumus cernuntur, vel certe in ejus explicatione commemoranda funt, multis ut puto rem gratam facturus fum fi formam fabricamque ejus machinationis noftræ verbis ac figuris expofuero. Scimus fama Archimedeæ in hoc genere machinæ plures poftea adductos [autre leçon: permotos] ut fimile quid efficere aggrederentur [19]), inter quibus Pofidonius philofophus recenfetur [20]) qui ....

---

§ 15. En marge [21]):

180	160
180	160
....	....
32400	25600 totuplex lux folis ad lucem lunæ.
25	
....	
810000 totuplex lux lunæ ad lucem Jovis vel Sirij.	810000
	....
	20736000000 totuplex lux folis lucis Sirij.

(voyez le „Cosmotheoros" à la p. 817 qui suit) que Bruno a eu tort d'affirmer à son tour que le nombre des étoiles est infini. Il devait aussi lui déplaire que Bruno appelle l'univers „immobile"; voyez la note 2 de la p. 507 qui suit.

[17]) Le „systeme nouveau" est peut-être celui des tourbillons, tels que Huygens les concevait alors, par opposition à l'idée de Kepler dont il était question dans le § 5 qui précède. Suivant Huygens, en 1686, il faut, pour retenir les planètes dans leurs orbites, une vertu centripète (expression dont il ne se sert d'ailleurs pas) résultant directement dans chaque vortex deferens de l'existence de la vertu centrifuge. Voyez le § 4 de la p. 632 du T. XIX ainsi que les §§ 35 et 58 qui suivent.

Mais il est également possible que le „systeme nouveau" est simplement celui de Copernic: voyez, à la p. 769 qui suit, ce que Huygens dit dans le „Cosmotheoros" sur la force centrifuge en parlant d'un livre de Kircher.

[18]) Le présent §, où le sujet du verbe „cernuntur" fait défaut, se trouve par hasard, semble-t-il, sur la feuille considérée des Chartæ astronomicæ. C'est apparemment un fragment d'un projet de la Description du planétaire.

[19]) Voyez les p. 171—174 qui précèdent.

[20]) Voyez sur Posidonius la note 10 de la p. 172 qui précède.

[21]) Comparez les §§ 30 et 56 qui suivent, ainsi que la p. 815 du Lib. II du „Cosmotheoros".

§ 16. Deſcartes (voyez pag. 127) n'a donnè, comme il me ſemble, du mouvement a toute la matiere qui environne les fixes, c'eſt a dire il n'a fait ſes tourbillons auſſi grands qu'ils pouvoient eſtre et qui ſe touchent, que pour trouver du mouvement aux cometes, y adjoutant que la matiere aux extremitez des vortex fait ſon tour en un mois peuteſtre, et qu'ainſi elle eſt beaucoup plus viſte que celle devers Saturne[22]).

En marge: ſi cette matiere celeſte eſt capable d'accelerer le mouvement des Cometes, comme veut des Cartes, elle devroit auſſi en allant contre leur mouvement les arreſter ou beaucoup retarder. mais j'en ay vu qui alloient contre le mouvement du tourbillon.

Moy je cherche le mouvement des Cometes de leur embraſement comme aux fuſees[23]).

Mais comment ne ſont elles pas emportees par la matiere etheree qui porte les planetes. car j'en ſcay qui ſont allè contre le flux de cette matiere. Je reſpond que c'eſt la grande liquiditè de cette matiere qui fait aiſement place a un corps qui recoit du mouvement d'ailleurs, quoyqu'il emporte d'autres corps qui ſont une fois en train d'aller avec elle[24]). Elle leur peut accelerer et diminuer meſme un peu leur mouvement ſuivant l'equation phyſique de Kepler [cette dernière phraſe a été ajoutée après coup].

Malgré cette dernière affirmation nous croyons pouvoir dire — comparez ce que nous avons dit à la p. 112 qui précède — que Huygens ne voit aucunement comment le tourbillon solaire pourrait bien régler le mouvement des planètes conformément à l'équation de Kepler.

§ 17. Suivant la proportion de Kepler des temps periodiques avec les diſtances du ſoleil[25]), la matiere pres du ſoleil devroit tourner incomparablement plus viſte [en marge: comme il eſt aiſè de voir en ſuppoſant cela et cela. ſans faire le calcul] que ne font les taches [ajouté dans l'interligne: 285 fois et plus]. Et la matiere aupres de la Terre (la terre meſme ou ſa ſurface) devroit tourner auſſi beaucoup plus viſte qu'elle ne fait. 15 ou 16 fois, en ſupputant par la periode de la Lune. D'ou vient donc qu'on

---

[22]) „Renati Des-Cartes Principia Philosophiæ. Ultima Editio cum optima collata, diligenter recognita, & mendis expurgata". Amstelodami, apud Danielem Elzevirium, Anno MDCLXXII. À la p. 127 citée par Huygens commence le Cap. CXXXVI de la Pars Tertia: „Explicatio apparitionis comæ". À la p. 120, dans le Cap. CXXIX de la même Pars il est question des „vorticum extremitates, ubi materia coelestis tam cito movetur, ut intra paucos menses integrum gyrum absolvat, quemadmodum suprà dictum est".

Voyez aussi le § 7 qui précède et les §§ 35 et 58 qui suivent.

[23]) Comparez les p. 292, 294 et 305 du T. XIX.

[24]) Comparez la note 1 de la p. 288 ainsi que les p. 305, 309 et 310 du T. XIX.

[25]) Comparez la note 8 de la p. 350 qui précède: il s'agit de l'équation $v_1 : v_2 = \frac{1}{\sqrt{r_1}} : \frac{1}{\sqrt{r_2}}$ qui pour les planètes (en supposant leurs orbites circulaires et concentriques) résulte de la troisième loi de Kepler, et que Huygens applique aussi à la matiere des vortices deferentes qui à son avis les charrient.

ne s'apperçoit point de ce grand mouvement de la matiere etheree. Est ce que cette matiere est remuee autrement pres de la terre, ou que la proportion ne continue pas jusques la, ou que la surface de la terre est capable d'arrester le mouvement de cette matiere. Si cela est et de mesme au soleil, c'est bien tout le contraire de ce que Kepler veut que le soleil meuve les planetes.

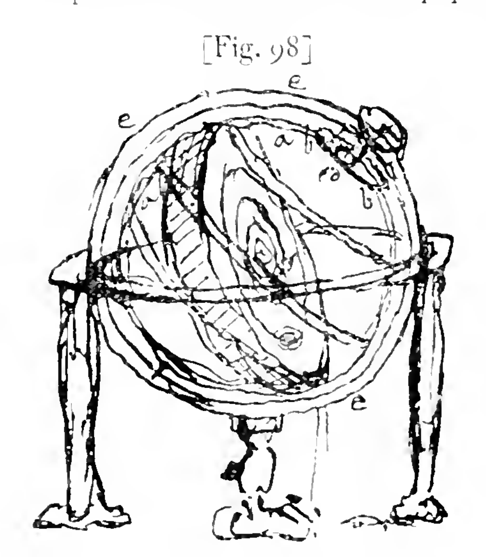
§ 18. Ce n'est pas le mouvement circulaire du vortex qui a concentrè la matiere du soleil ni la terre, mais un autre mouvement tres rapide et presque en tous sens, successivement, qui fait la pesanteur. Ce mouvement peut estre a fait tendre vers le centre les parties grossieres qui en estoient beaucoup eloignees, et qui par consequent n'avoient pas beaucoup de vitesse en circulant, et c'est de la que le soleil et la terre tournent si lentement sur leur axe. Ou parce qu'en tendant vers le centre cette matiere n'a retenu que peu de son mouvement circulaire.

§ 19. Ce sont des conjectures.

---

§ 20. Je pourrois ajuster mon automate dans une sphere armillaire [Fig. 98] ou son plan toucheroit aux deux tropiques et la faire tourner avec cette sphere en 24 heures. La terre descendant sous le plan de l'horizon marqueroit le lever du soleil. L'axe de la petite terre seroit toujours parallele a l'axe veritable de la terre, *et tendant un fil de la terre par la planete, ce fil prolongè marqueroit au ciel le lieu visible de la planete*, soleil et lune, et leur hauteur par dessus l'horizon, l'heure de leur lever &c.

[Fig. 98]



Mais l'idee ne seroit point vraye.

Quand le fil venant de la terre (a la quelle il doit estre attachè) et passant par la planete, seroit horizontal, la planete seroit dans nostre horizon. S'il penchoit vers la terre, la planete seroit sous nostre horizon; et s'il s'elevoit, elle seroit au dessus du mesme horizon.

Au cercle mobile *aa* qui porteroit la machine, il faudroit attacher vers le pole une roue *bb* de 365 dents, qui seroit remuè par une autre *d* de 61 dents enfermée dans *bb*, et qui tourneroit 6 fois en 24 heures. Cela feroit qu'en 24 heures la machine feroit un tour et encore $\frac{1}{365}$ d'un tour de l'orient vers l'occident, parce que 6 fois 61 dents, font 366 dents, qui engrainent dans les 365 dents de la roüe *bb*.

Cela doit eſtre ainſi, afin que le fil qui vient de la terre par le ſoleil, reſponde tous les midis au meridien fixe. L'axe ou pluſtoſt les deux petits bouts d'axe, ſur leſquels tourneroit le cercle *aa*, doivent eſtre fixement attachez au meridien *ee*, comme auſſi toute l'horloge dont la roue *d* fait partie.

En marge: l'horologe ayant un mouvement egal fera que l'ecliptique et les lieux des planetes indiquez par le fil s'accorderont avec les veritables dans le ciel, et l'equation du temps y ſera compriſe. Mais cette horloge s'ecartera du ſoleil ſuivant l'inegalitè du temps egal au temps apparent.

Au deſſus du pole il y auroit un cercle diviſè en deux fois 12 heures avec un indice pour les montrer, cet indice tourneroit par le moyen de l'horloge, mais non pas en meſme eſpace des temps que le cercle *aa* portant la machine.

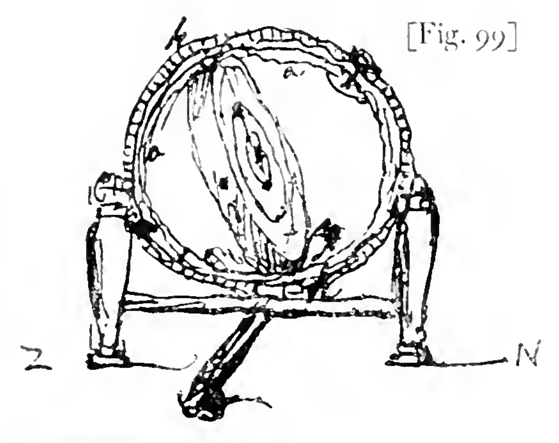
Les cercles equateur, horizon ni [liſez n'y] doivent point eſtre, parce qu'ils embaraſſeroient trop les operations ou il faut tendre le fil. Il ne faut que le cercle *aa* et le meridien fixe et deux pieds ou il y ait des coches pour l'y faire entrer et une autre coche au bas.

On pourroit ſuſpendre ſimplement la machine de cette facon, et pour la mettre a toute heure dans ſa veritable poſition, il faut la tourner juſqu'à ce que le fil de la terre par le ſoleil viene au meridien fixe, et mettre alors l'indice qui eſt au pole ſur les 12 heures. Puis tourner derechef la machine juſqu'a ce que cet indice ſoit ſur l'heure preſente. car alors le plan de la machine ſera parallele au plan de l'ecliptique. &c.

Dans le couvercle on peut faire une petite ouverture pour defaire la vis, quand on veut tourner avec la manivelle.

§ 21. On pourroit ſuſpendre auſſi un octogone en y mettant aux coſtez d'en haut et d'en bas deux vis pour l'attacher au cercle mobile *aa*. Mais on ne pourroit point ouvrir derriere. En faiſant que la machine puiſſe tourner ſur les pivots *hh* [Fig. 99], alors on pourroit ouvrir le couvercle de derriere en le mettant premierement parallele avec le cercle *aa*.

Propoſer au frère de Z[eelhem].



[Fig. 99]

§ 22. Parmi toutes les connaiſſances que les hommes ſe ſont acquis par leur induſtrie je n'en trouve point qui merite tant d'eſtre admiree, ſoit qu'on regarde les choſes qu'elle embraſſe ou la maniere et les moyens qui ont eſtè emploiez pour y parvenir, que celle qui regarde les mouvements et la diſtance des aſtres. Car pour ce qui eſt de la recherche j'ay ſouvent admirè ingens ſtudium de ceux qui olim aſtronomiam exco-

luerunt, quamquam non ſatis digno operæ pretio tantos labores ſubierint cum in obſervandis ſideribus tum in motuum legibus exquirendis.

Quæ de coeli ſiderumque rationibus longo ſtudio vigiliiſque et noſtro præſertim hoc ævo deprehenſa ſunt, ejuſmodi mihi videntur ut ab omnibus naturæ rerum non plane incurioſis cognoſci mereantur. Mitto enim vetera illa etſi præclara quo pacto ſyderum loca ortuſque atque obitus definiantur, eclipſium tempora ad calculos revocentur quæ omnia poterant aſtronomiæ ac mathematicarum ſtudioſis relinqui. Nunc vero cum mundi totius formam ordinem ac magnitudinem inveſtigaverint, quid ſtellæ inerrantes quid planetæ [autre leçon: vagæ] ſint quoque loco inter coeleſtia corpora hæc noſtra quam incolimus terra cenſenda ſit oſtendunt idque ijs rationibus quibus paſſim docti ingenioque præſtantiſſimi viri aſſentiantur, quiſnam aut phyſices ſtudioſus aut paulo ſuper vulgus ſapere cupiens non hæc cujuſmodi ſint ſibi inſpicienda exiſtimet. Quæ quoniam omnia . . . .

Ici ſe termine la feuille à laquelle aucune autre ne ſait ſuite.

§ 23. En marge: Cum variarum rerum cognitionem ſcientiamque [autre leçon: multarum rerum cognitionem variaſque ſcientias] induſtria hominum conſecuta ſit [autre leçon: ſibi pepererit] nihil in his majus aut admiratione dignius mihi videtur ſive rem ipsam quæ cognoſcitur ſpectes ſive rationem modumque quibus ut eo perveniretur utendum ſuit quam quæ circa ſyderum motus atque diſtantias coeleſtiumque ſpatiorum menſuras verſatur, menſuris numeriſque definiviſſe.

Etenim ad inveſtigandi rationem quod attinet, ſi quis exilitatem humani corpuſculi ad coeleſtium regnorum amplitudinem comparet, an non merito miretur artes eas quarum ſiducia tantum opus aggredi nos acari et formicæ [26]) auſi ſimus. An non divinam quandam rem eſſe fatebitur geometriam cujus potiſſimæ hic partes ſunt quæ triangulis circuliſque ingenioſe confictis ex minimis maxima colligere docet. Jam ſolertiam in excogitandis fabricandiſque inſtrumentis, ſtudium diligentiamque in adminiſtrandis, quis non agnoſcat; quæ ſyderum apparentia intervalla ac viſas diſtantias explorando Geometriæ et Arithmeticæ ratiocinijs materiam [autre leçon copiam] conſerunt [autres leçons comparat, ſuppeditat (liſez comparant, ſuppeditant)].

Ici auſſi l'on conſtate qu'en proclamant l'excellence des ſciences mathématiques Huygens, en vrai diſciple d'Archimède, place la géométrie au premier plan: comparez les p. 75 du T. XVIII, 208 et 217 du T. XX.

---

[26]) Il nous ſemble que Huygens, en s'exprimant ainsi, est encore ſous l'influence de H. Power qu'il citait au § 8 qui précède. En effet, à la page 164 déjà citée Power s'exprime ainsi: „What are we then but like so many Ants or Pismires, that toyl upon this Mole-hill, and could appear no otherwayes at distance, but as those poor Animals, the Mites, do to us through a good Microscope, in a piece of Cheese?"

§ 24 [27]). Ayant trouuè et fait executer depuis peu une machine automate qui represente les mouvements des Planetes dont la construction est d'une facon particuliere et assez simple a raison de son effect, au reste d'une grande utilitè a ceux qui estudient ou observent le cours des astres. Plusieurs de ceux qui l'ont vue m'ont exhortè et solicitè d'en donner la description a fin que l'invention ne perist pas avec le seul modelle qui en a estè fait, mais que l'on pust en tout temps en faire bastir de semblables. Et je le fais d'autant plus volontiers [autre leçon: Quorum equidem desiderio eo libentius obsequor] que cet ouvrage contient [autre leçon: est comme] un abbregè de toute l'astronomie, et qu'il offre une maniere facile pour en apprendre tout le detail. Je sçay que plusieurs s'abstienent de l'estude de cette noble science effrayez de sa trop grande difficultè, qui provient en partie de l'obscuritè des autheurs qui en ont traitè, et vel maximè de ce qu'ils expliquent non seulement le veritable systeme de l'univers, mais encore l'anciene doctrine [autre leçon: hypotheses] de Ptolemee, et les imaginations peu raisonnables de Tycho Brahe, chargant ainsi l'esprit de plusieurs idees confuses et superflues. Ils verront donc icy [autre leçon: Il est donc important de faire voir] qu'en s'arrestant uniquement au systeme veritable la chose n'a rien d'embarassant, mais qu'elle est aisée et naturelle. Il est vray que l'on n'est parvenu a cette parfaite connoissance que par le long et rabotteux chemin des suppositions des anciens, et qu'il faut mesme admirer et leur industrie et leur grand travail.

Mais il nous est permis de jouir du fruit de leur inventions sans errer par les mesmes destours qu'ils ont suivi. Apres que le bastiment est achevè l'on oste les echafaudages pour contempler la beautè de tout l'ouvrage. Or l'on ne sçauroit plus nier que ce bastiment de l'astronomie ne soit achevè depuis que Copernic l'a rectifiè de nouveau en se servant pourtant des vieux materiaux, et que Cepler et en suite les heureux observateurs de ce siecle y ont mis le comble et la derniere main [28]).

Tous ceux qui sont versez en l'astronomie, pourvu que d'ailleurs ils aient l'esprit sain et libre de prejugez, ne sçauroi[en]t plus revoquer en doute ni le mouvement de la Terre en 24 heures, ni son mouvement autour du soleil parmy les autres planetes.

§ 25. Le systeme que j'appelle icy le veritable c'est celuy qui establit le mouvement de la terre autour du soleil et autour de son propre axe, commencè par quelques anciens philosophes, par Copernic, et perfectionnè d'avantage par Kepler.

Je sçay que necessairement le peuple ignorant sera eternellement contraire a cette opinion, et qu'elle doit luy paroitre absurde. Mais ceux qui estudient les mouvements celestes la trouvent si bien confirmée par une infinitè d'arguments que s'ils ont le jugement sain et libre de prejugez ils doivent reconnoistre que c'est la mesme veritè et que l'on ne sçauroit autrement rendre raison des apparences sans poser des choses absurdes dans la nature.

---

[27]) Chartæ Astronomicæ, f. 192.
[28]) Comparez la note 5 de la p. 349 qui précède.

Pour moy j'estime la connoissance de ces choses et de ce que l'on sçait maintenant des distances et grandeurs des corps celestes non seulement l'une des plus belles, des plus agreables et des plus merveilleuses ou les hommes puissent parvenir, mais aussi celle qui nous fait d'avantage concevoir la grandeur et la majestè de l'autheur du monde, et dont l'ignorance est necessairement accompagnee de beaucoup d'opinions absurdes.

Partant je croy la peine bien employee, si je puis faciliter le moyen discendi cupidis pour participer a un bien si considerable.

---

§ 26 [29]). Preface. Beautè du subject. que quoy qu'il semble assez expliquè par d'autres j'ay creu utile d'escrire mes pensees.

Systeme simplement descrit et expliquè. Temps periodiques a peu pres. Proportions des orbites. Planetes vont plus viste pres du soleil. presque dans un mesme plan. Lunes. leur orbites sont trop grandes a proportion [dans le planétaire]. seroient invisibles et beaucoup plus les corps. Distances en diametres du soleil, certaines. Mouvement des globes planetaires sur leur axe. Ce que ce mouvement produit suivant l'inclinaison des axes au plan des orbites.

Expliquer cet effect dans la terre, comment il produit la varietè des saisons et le jour et la nuit et leur diverses longueurs.

Je n'ay point marquè des estoiles fixes. a cause de leur distance immense. Comment elles sont disposees cy et la par l'estendue infinie. Nous en parlerons apres.

Que c'est la l'abbregè de l'astronomie. aisée maintenant a comprendre. mais combien il a coustè de temps et de travail devant que de le demesler. Notre bonheur.

Qu'on trouvera peut estre que je parle avec trop d'assurance de la certitude de cette science pendant que plusieurs doutent encore si l'on peut comprendre la veritè en ces choses et que d'autres tienent qu'elle est entiere dans l'hypothese de la terre immobile. Auxquels je responds que ceux qui &c.

Je renvoie donc ces gens aux autheurs que je viens de nommer ou ils trouveront la confirmation de cette hypothese Copernicaine par &c.

Et d'autre costè ils trouveront la refutation de tout ce qu'on luy oppose.

En marge: Et au contraire les impossibilitez de la Ptolemaique et les absurditez de la Tychoniene qui demande le mouvement du ciel en 24 heures; et de la demitychoniene qui accorde ce mouvement la a la terre, mais qui la retient au centre donnant comme l'autre le mouvement annuel au soleil [30]), contre lequel nous apporterons cy dessous un nouvel argument qui ne semble pas des moins convainquants [31]).

---

[29]) Chartæ astronomicæ, f. 193—194.

[30]) Voyez ce qui a été dit à la p. 130 qui précède sur Longomontanus.

[31]) Voyez le § 35 qui suit.

§ 27. Laiſſant donc de traiter plus particulierement touchant ces arguments je continueray a tracer l'idee que je me ſuis propoſee.

Les proportions par figure des corps planetaires comme placez contre le ſoleil. Exprimees en nombres. En paſſant, de la grandeur eminente du ſoleil, et en ſuite de ♄ et ♃.

Que j'ay donnè le premier [32]) ces proportions fort differentes des autres aſtronomes. que je remets de les prouver par apres avec la methode pour les diametres apparents. Ces autres ſont certaines. Que la moins certaine eſt celle de la terre; que je diray par ou je l'ay determinée. — Biffé: que je vois qu'on l'approuve [33]), mais qu'elle a eſtè confirmee par les parallaxes de ♂ et ♀ par Caſſini et Picard [34]) — que de cette proportion de la terre il s'enſuit la diſtance du ſoleil de mille diametres plus grande qu'aucun ne l'euſt poſée. Ancienement combien on faiſoit cette diſtance petite et le ſoleil par conſequent [35]).

---

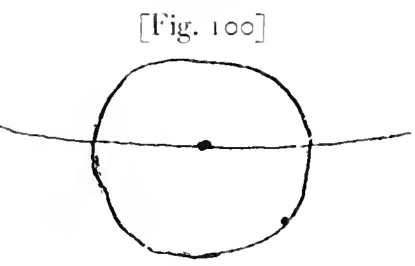
§ 28. En marge [36]): Nec reſidis terræ damnatos ſedibus imis
eſſe homines credas vilem aut miſereſcere ſortem.
quam colimus vehitur media inter ſidera tellus.
coelo habitas, tecumque domus, tecum arva feruntur
ſilvæque.

---

§ 29. Grande idée exprimee par figure imaginee. mieux que par les nombres. Orbite terreſtre de 40 pieds de rayon, le diametre du ſoleil eſtant de 4 pouces comme dans la figure precedente et les planetes de meſme.

Petite portion de cette orbite avec la terre, l'orbite de la lune et la lune meſme dans leur proportions [Fig. 100].

[Fig. 100]



§ 30. Idee par le mouvement egal d'un boulet de canon [37]) mieux que par les chutes. Reflexions ſur ce que c'eſt que la Terre comparee a ce vaſte baſtiment. Cela paroiſtra encore plus

---

32) Dans le „Systema Saturnium" de 1659.

33) Le mot est difficilement lisible et incertain. Huygens eût pu écrire: „que tous ne l'approuvent pas"; voyez la citation de Fabri à la p. 308 qui précède.

34) Nous avons cité ces lignes dans l'Avertissement en indiquant pour quelle raison elles peuvent avoir été biffées. Voyez sur la parallaxe de Vénus la note 14 de la p. 602 qui suit.

35) Voyez le Traité d'Aristarque cité dans le § 44 qui suit.

36) Les vers qui suivent ne se trouvent pas, comme on pourrait le croire, dans le traité „De Immenso et Innumerabilibus" de Giordano Bruno (ni dans son „De Monade. Numero et Figura").

merveilleux en imaginant la diſtance des eſtoiles fixes. L'orbite de la terre comme un point a cette diſtance. Par la hauteur du Pole egale en toutes les ſaiſons, par la diſtance invariable des fixes entre elles, et de celles qui ſont proches avec la lunette. Hook [38]). Mieux que luy en ſuppoſant qu'elles ſont des ſoleils, et en prenant une petite parcelle du ſoleil par un trou a mettre un cheveu et s'en eloignant juſqu'a ce que cela paroiſſe comme une des plus grandes fixes. ſuppoſant qu'elle ſoit egale au ſoleil.

§ 31. En marge: Pour paroiſtre dans une meſme ſurface ce n'eſt pas le moindre argument qu'elles ſoient ainſi placees [39]). Leur inegalitè pluſtoſt eſt un argument au contraire. Ne paroiſſent que comme des points par les lunettes. Erreur de ceux qui leur donnent des diametres conſiderables. J'ay montrè quelle en peut eſtre la cauſe. Selon eux l'orbite de la terre feroit une parallaxe conſiderable [40]).

§ 32. Combien petit le ſoleil paroitroit aux premieres fixes. auſſi petit qu'elles a nous. Donc ne peuvent pas eſtre eſclairees par le ſoleil que comme la terre par une des fixes. Partant elles ont leur propre lumiere. En diſant qu'elles ont leur propre lumiere comme le ſoleil. et qu'elles ne ſont pas moindres que luy. c'eſt dire que ce ſont des ſoleils.

§ 33. Quand je penſe a l'excellence et a la ſublimitè de ces connoiſſances et combien elles ſont au deſſus de la capacitè du commun des hommes, je doute s'il ne feroit pas mieux de ne les expoſer pas publiquement a tous. Et j'ay ſouvent ſouhaitè qu'il y euſt

Nous ignorons d'où Huygens les a pris, si tant est qu'ils ne sont pas de lui-même (ce que nous ne pensons pas à cause de l'écriture peu soignée).

[37]) Comparez la p. 807 qui suit du Lib. II du „Cosmotheoros".

[38]) Huygens entend sans doute parler de la brochure de R. Hooke de 1674 „An attempt to prove the motion of the earth from observations", qui constitue aussi la premiere des „Lectiones Cutlerianæ or a Collection of Lectures physical, mechanical, geographical and astronomical etc." by Robert Hooke. London, Printed for J. Martyn, Printer to the Royal Society, at the Bell in S. Pauls Church-yard. 1679. L'auteur y décrit ses efforts (vains, il est vrai) pour découvrir la parallaxe de certaines étoiles due au mouvement de la terre autour du soleil; il reste persuadé, malgré l'opinion de Tycho Brahé, de Riccioli, de Tacquet et d'autres, que ce manque de succès n'est pas dû à l'absence de toute parallaxe, mais seulement à sa petitesse (selon lui, pour une étoile déterminée, la parallaxe „may be about 27 or 30 seconds"). Il est presque superflu de dire que Hooke suppose, de même que Huygens, que les etoiles sont des soleils (p. 6: „supposing all the fixt Stars as so many Suns"): la remarque de Huygens „Mieux que luy" se rapporte à la methode de Hooke d'évaluer les grandeurs des etoiles, basée sur l'estimation de leurs parallaxes et sur l'évaluation également incertaine, ou plutôt fautive, de leurs diamètres apparents.

[39]) Comparez les p. 190 et 192 du T. XVI.

[40]) Voyez les p. 190 et 234—237 du T. XV.

moyen de communiquer ces penſees ſeulement a ceux que l'on voudroit, en excluant les autres. Mais j'ay pensè depuis qu'ils s'excluent eux meſmes, par ce qu'ils rejettent d'abord ces ſpeculations comme abſurdes, ne concevant pas qu'il ſe puiſſe faire qu'on puiſſe parvenir a connoiſtre la diſpoſition ni la meſure de choſes ſi eloignees. — En marge: Ces reflexions peut eſtre ailleurs.

§ 34. Reflexions phyſiques ſur les fixes. Contre Kepler qui veut un grand eſpace autour du ſoleil en comparaiſon de celuy qui eſt autour des autres fixes. Il croioit que c'eſtoit icy la principale partie du monde a cause de ſes proportions des corps reguliers rencontrees dans les diſtances des planetes. Ce qui eſt vain auſſi bien que les proportions des corps planetaires qu'il avoit ſuppoſees fauſſes comme il a reconnu luy meſme depuis les lunettes trouvees [41]).

§ 35. Contre des Cartes que les tourbillons ne ſont pas contigus. Frivole preuve qu'il donne du mouvement du vortex plus viſte au deſſus de Saturne. qu'il le vouloit à cauſe des Cometes, ou il ſe trompe [42]) comme je feray voir un peu apres. — En marge: contre D. Rembrantz [43]).

Eſtabliſſement des tourbillons. Neceſſitè, parce qu'autrement les corps circulants s'eloignent du centre. Confirmez par le mouvement de toutes vers le meſme coſtè. Argument contre Tycho que le tourbillon du ſoleil elideroit et abſorberoit le tourbillon de la terre.

Apparemment nous avons affaire ici à un argument de Huygens lui-même —comparez la fin du § 26 qui précède — contre le ſyſteme de Tycho Brahé. Brahé, lui, ne parle pas de tourbillons. Huygens veut dire que, dans le ſyſtème de Brahé, le ſoleil devrait être pourvu d'un ſi puiſſant tour-

---

[41]) De même que Copernic, Kepler place le soleil au milieu du monde terminé par la sphère des étoiles fixes, nullement comparables au soleil. Dans l',,Epitome Astronomiæ Copernicanæ'' il s'exprime comme suit (Lib. Quartus, Pars I „De partibus Mundi præcipuis'' p. 439): „Quoad calorem, Sol focus mundi est: ad hunc focum Globi in intermedio sese calefaciunt: fixarum sphæra continet calorem, ne diffluat, veluti quidam mundi paries, pellis aut vestis . . . fixarum sphæra glacies est seu sphæra crystallina, comparare loquendo''. Il donne une évaluation du diamètre de la „sphæra fixarum''; p. 492: „Sicut diameter Saturni, extimæ sphæræ mobilium, continet in se diametrum corporis Solaris bis millies circiter: Sic etiam diameter sphæræ fixarum contineret diametrum Saturni in se ferè bis millies''. Mais à côté de cette „superficies extima'' il existe aussi suivant lui (p. 596) une „superficies intima fixarum'' à grande distance du soleil.

Il est fort connu que Kepler mit les distances des planètes du soleil en rapport avec les cinq corps réguliers dans son „Mysterium cosmographicum'' (ou „Prodromus dissertationum cosmographicarum, continens mysterium cosmographicum de admirabili proportione orbium coelestium, etc.'') de 1596; idée à laquelle il resta toujours attaché quoique plus tard avec quelque réserve.

[42]) Comparez les §§ 7 et 16 qui précèdent, ainsi que le § 58 qui suit.

[43]) Comparez la note 1 de la p. 288 du T. XIX. Rembrantz van Nierop admettait les tourbillons contigus de Descartes, comme nous l'avons dit aussi à la p. 130 qui précède.

billon qu'il eſt inconcevable que ce tourbillon laiſſerait la terre entierement en repos et ne troublerait pas le cours de la lune.

En marge: confirmez parce que les plus proches ont leur periodes plus courtes.

C. à. d. les planètes plus proches du ſoleil. Il s'agit toujours de l'équation $v_1 : v_2 = \frac{1}{\sqrt{r_1}} : \frac{1}{\sqrt{r_2}}$ (note 25 de la p. 353 qui précède). Mais en vérité cette confirmation de l'exiſtence des tourbillons n'eſt pas bien éclatante puiſque Huygens ne peut pas dire — voyez la p. 121 qui précède — pour quelle raiſon les viteſſes de rotation diminueraient dans les tourbillons ſuivant cette loi.

§ 36. Que les planetes ſont ſemblables a la Terre. Leur mouvement ſur leur axe. Les lunes de Jupiter et Saturne, decouvertes par moy et Caſſini. Regardent Jupiter et Saturne d'un meſme viſage comme la noſtre [44]).

§ 37. In coelo ſumus [45]).

§ 38. La lune differente. ſans mers ni nues ni atmoſphere. Nues dans Jupiter. Qu'il y a vrayſemblablement des creatures et animaux dans les Planetes. meſme des raiſonnables. Argument des arbres fruitiers. arbres dans une iſle [46]).

Grandeur de Jupiter et Saturne.

Ces habitans ont la peſanteur. la vue, la generation, car ils periroient par les ſeuls accidents.

Anneau de Saturne. quelles apparences il fait aux Saturnicoles.

---

§ 39. Planetes encore au de la ♄ peuteſtre. Obſerver pour cela les eſtoiles pres de l'Ecliptique par les lunettes.

---

§ 40 [47]). Quod ſi ad cauſas tantarum rerum inveſtigandas exſpatiari libeat qu'ils s'offre une quantitè de belles ſpeculations. Quid Planetas ad ſolem adduxerit. Quomodo corpora globoſa effecta fuerint. Pourquoy les tourbillons qui portent les lunes aillent du meſme ſens que le grand tourbillon. Pourquoy l'axe de la terre et Saturne ſont inclinez au plan de leur orbites.

Que quoyque Dieu ait ainſi diſpoſè ces choſes, pourtant il eſt certain qu'il agit par les loix immuables de la nature, et qu'il eſt autant permis de rechercher dans ce baſtiment du monde la ſuite et l'efficace des cauſes naturelles que dans la production du flus et reflus de la mer, du tonnerre, de l'arc en ciel et autres choſes de cette ſorte.

---

[44]) Voyez sur le dernier sujet le § 54 qui suit.

[45]) Comparez les §§ 11 et 28 qui précèdent.

[46]) Comparez, à la p. 543 qui suit, le troisième alinéa du § 3 de la Pièce „Verisimilia de Planetis".

[47]) Nous avons déjà publié ce § 40 plus haut comme § 4 de la Pièce „Que penser de Dieu?". Comparez l'Avertissement de la présente Pièce.

§ 41. Que quand nous voions dans le fysteme du monde des chofes qui font d'une certaine façon, qui auroient pu eftre autrement; il me femble que nous en pouvons tirer un argument certain qu'elles ne font pas de toute eternitè. La terre eft spherique par exemple, ayant pu eftre cubique, ovale ou irregulierement difforme. Donc il y a eu une caufe de fa rondeur, c'eft a dire quelque caufe naturelle ou loy du mouvement qui l'a ainfi arrondie, donc il y a eu un temps que fa matiere n'eftoit pas encore ainfi conglobée, donc ce globe eft tel depuis un temps defini. La terre eft d'une certaine grandeur, ayant pu eftre plus grande ou plus petite. Elle tourne d'un fens dans un certain temps, ayant pu tourner de l'autre fens, ou ne point tourner, ou tourner plus lentement ou plus vifte, donc il y a eu des caufes de tout cela, donc il y a eu un temps que tout cela n'eftoit point. — En marge: hæc omittenda, omittenda.

Le foleil de mefme eft rond, d'une certaine grandeur, tourne en 27 jours fur fon axe, cet axe decline de 7 degr. de l'axe de fon tourbillon qui emporte les planetes, les quelles chofes auroient pu eftre autrement, donc le foleil auffi n'a pas eftè toufjours. Or le foleil et la terre et les autres planetes de mefme ayant eu un commencement, les hommes, animaux, plantes &c. ont eu un commencement. Ces raifonnements nous menent a la contemplation de Dieu, en qui il paroit, par ce que je viens de dire, qu'il ne faut rien concevoir qui pourroit eftre autrement qu'il n'eft, parce qu'il doit eftre eternel. — En marge: biais pour parler de la production des hommes et animaux.

§ 42. Que s'il n'y avoit rien dans la nature que des foleils et des globes autour d'eux, compofez de terre d'eau et entourez d'air, l'on pourroit concevoir comme quelques uns ont fait que Dieu n'avoit qu'a donner fimplement du mouvement a la matiere pour produire noftre fyfteme et tous les autres. Et ceux la n'auroient point befoin de fuppofer une divinitè fi on leur accordoit que l'efpace la matiere le mouvement font de toute eternitè [48]). Mais quand on confidere les animaux et les plantes, l'admirable conftruction de leur parties pour chaque ufage, la maniere eftonnante de leur generation, il me paroit impoffible que le feul mouvement donnè a la matiere puiffe eftre caufe de tout cela fans la cooperation d'un Eftre infiniment intelligent et puiffant. De forte que la grandeur des cieux et ces inconcevables diftances des aftres dont j'ay parlè cy deffus prouvent bien moins a mon avis l'exiftence d'une providence que l'oeil d'un homme ou d'un autre animal ou l'aile d'un oifeau.

En marge: **l'esprit humain.**

§ 43. Quelle merveille n'eft ce pas de plus que la premiere plantation des animaux fur la terre, et qui peut la concevoir fans une operation particuliere de Dieu. Qu'ils

[48]) L'éternité du monde, ainsi que celle de la terre, est un dogme d'Aristote (comparez la note 27 de la p. 181 du T. XX) sans toutefois que ceci le conduise à ne point „supposer une divinité".

me difent ceux &c une maniere poffible comment la chofe s'eft paffée dans ce commencement.

En marge: contre Lucrece [49]). Ne pouvoient eftre enfants [50]).

---

[49]) Lucrèce (T. Lucretius Carus), dans le Lib. V de son „De rerum natura" se dit convaincu que l'origine des choses n'est pas divine; il est d'avis — ou semble être d'avis — que, puisque le temps est infini, tout ce qui existe a pu, et dû, se former par des combinaisons fortuites sans l'intervention d'aucun facteur intelligent ou spirituel:

v. 195—199 Quodsi jam rerum ignorem primordia quæ sunt
hoc tamen ex ipsis coeli rationibus ausim
confirmare aliisque ex rebus reddere multis,
nequaquam nobis divinitus esse paratam
naturam rerum.

v. 416—431 Sed quibus ille modis convectus materiai
fundarit terram et coelum pontique profunda,
solis lunai cursus, ex ordine ponam.
nam certe neque consilio primordia rerum
ordine se suo quæque sagaci mente locarunt
nec quos quæque darent motus pepigere profecto
sed quia multa modis multis primordia rerum
ex infinito iam tempore percita plagis
ponderibusque suis consuerunt concita ferri
omnimodisque coire atque omnia pertemptare.
quocumque inter se possent congressa creare,
propterea fit uti magnum volgata per ævom
omne genus coetus et motus experiundo
tandem conveniant ea quæ convecta repente
magnarum rerum fiant exordia sæpe,
terrai maris et coeli generisque animantum.

Toutefois en un autre endroit de son poème Lucrèce s'écarte de ce système en douant ses atomes d'une certaine *préférence* ou *inclination:* nous parlons du fameux „exiguum clinamen principiorum" du vers 292 du Lib. II, que le poète justifie par les mots (Lib. II, v. 284—286)

... in seminibus ... fateare necessest
esse aliam praeter plagas et pondera causam
motibus, etc.

D'ailleurs la *pesanteur* elle-même n'est-elle pas chez Lucrèce, comme chez Democrite et Epicure, une *tendance* inhérente à la matière? Comparez, à la p. 435 qui suit, la préface de Huygens au Discours de la Cause de la Pesanteur tel qu'il fut publié en 1690.

Nous observons encore que Lucrèce ne nie pas les dieux mais qu'il est d'avis qu'ils ne s'occupent point de notre monde; Lib. II, v. 646—648:

omnis enim per se divom natura necessest
immortali ævo summa cum pace fruatur
semota ab nostris rebus seiunctaque longe.

[50]) C. à. d. les premiers hommes qui aient paru sur la terre ne pouvaient être de jeunes enfants qui, sans parents, auraient péri. Comparez la p. 709 qui suit.

§ 44. [51]) Proportion des orbes Planetaires dans une figure ſans lune ni ſatellites. Lieux des æquinoxes ſont a peu pres dans un meſme plan que la terre.

Proportions avec le ſoleil et les planetes par figure. Jupiter un peu plus petit.

Que j'ay montrè dans mon traitè de Saturne comment ces grandeurs ſe connoiſſent par les diametres apparents et par les proportions ſuſdites des Orbes. La ſeule grandeur de la Terre eſt aucunement incertaine, les autres certaines entre elles. Comment j'ay defini celle de la terre, qui eſt le grand probleme parmy les aſtronomes [52]) (en marge: que j'ay excedè tous les autres. Ricciolus [53]) que l'on m'a alleguè, peu exactement) que les obſervateurs par la parallaxe de Mars l'ont confirmée [54]). qu'autrement il y auroit eu quelque raiſon de faire la terre plus grande que ♂ ♀ ou ☿ a cauſe qu'elle a un ſatellite [55]). Abſurditè ſi l'on mettroit le ſoleil avec quelques uns ſeulement 600 fois plus grand que la Terre. Ariſtarchi menſura [56]).

Grandeur des demidiametres des orbites en diametres de la Terre par nombres.

Que par une figure imaginee je vay exprimer mieux que par nombres la grande Idee du Syſteme Planetaire dans une grande plaine. Orbite terreſtre de 40 pieds de rayon pour y mettre au milieu le ſoleil cy deſſus de 4 pouces et demi. et la terre comme elle y eſt comme un grain de mouſtarde. Petite portion de l'orbite terreſtre icy repreſentée, avec le chemin de la lune et ſon corps. Revolution journaliere de la terre combien elle occupe de ſon orbite.

§ 45. Reflexion ſur la petiteſſe de la Terre et des hommes. Et d'un autre coſtè de leur grandeur. de l'eſprit par lequel ils comprennent ces choſes en recompenſe. Qu'il

[51]) Chartæ astronomicæ. f. 195—196.

[52]) Comparez la p. 308 qui précède, ou consultez directement le „Systema Saturnium".

[53]) Voyez la p. 362 du T. XV sur la valeur peu exacte obtenue par Riccioli, par la méthode de la dichotomie de la lune, pour la distance de la terre au soleil.

[54]) Nous avons cité ce passage à la fin de l'Avertissement qui précède.

[55]) La terre est en effet plus grande. non seulement que Mercure, mais aussi que Vénus et Mars. Comparez la note 7 de la p. 308 qui précède. Cependant Huygens n'aurait pas obtenu dans le „Systema Saturnium" une si bonne valeur pour la distance de la terre au soleil, autrement dit pour la parallaxe du soleil, que celle qu'il a obtenue en effet, s'il avait fait (par hasard, pourrait-on dire) sur la grandeur de la terre une hypothèse plus exacte.

[56]) Dans le Traité „Aristarchi de magnitudinibus et distantiis solis et lunæ liber cum Pappi Alexandrini explicationibus quibusdam, a Federico Commandino Urbinate in latinum conversus etc.". Pisauri, apud C. Fransischinum — J. Wallis en donna une nouvelle édition en 1688 en publiant en même temps, pour la première fois, le texte grec — Aristarque arrive à la conclusion (Prop. XV et XVI) que le rapport des diamètres du soleil et de la terre est compris entre $\frac{19}{3}$ et $\frac{43}{6}$, donc celui des volumes entre $\frac{6859}{27}$ et $\frac{79507}{216}$, c. à. d. entre 254 et 368. Nous ignorons pourquoi Huygens parle ici de „600 fois" ce qui est d'ailleurs du même ordre de grandeur. Il cite probablement de mémoire.

y paroit quelque chofe de divin. Que nous fcavons [que nous] fommes dans le ciel parmy les aftres placez comme il faut pour mefurer tout. Reflexion fur noftre bonheur d'eftre nez dans ce fiecle ou nous jouiffons du travail de tant d'autres. Que n'auroient fait ces grands hommes de l'antiquitè . . . Anaxagore [57]) . . .

§ 46. Les autres orbites des Planetes, leur globes comme deffus. Mefure des Cercles des Satellites de Jupiter et Saturne. Reprefenter les 2 interieurs avec les globes et anneau fur une portion de leur orbite. Dire la mefure des cercles. leur fyftemes entiers en petit.

Idee de la grande diftance par un boulet de Canon allant egalement de toute force que je mets aller auffi vifte que le fon, quoyque l'on dit que la viteffe d'un boulet eft moins grande. 3 ans et plus en chemin entre la terre et le foleil [57bis]). 30 ans du foleil a Saturne. &c.

§ 47. De la diftance des fixes, par defaut de parallaxe. Cette diftance objectee a Copernic. C'eft une des beautez de fon fyfteme [alinéa biffé].

Par la fuppofition des fixes egales au foleil. cent mille fois plus eloignees que la terre n'eft du foleil. Ce font les plus proches et qui fcait combien de millions d'autres difperfees dans l'univers [alinéa également biffé].

§ 48. Du tourbillon autour du foleil [58]). ce qu'eft le foleil. fon mouvement. taches. Planetes nagent dans la matiere. Demonftration de cecy. Parce que fans cela qu'eft ce qui retiendroit les planetes de s'enfuir. qu'eft ce qui les mouvroit. Kepler veut a tort que ce foit le foleil &c. [59]). Argument d'icy pour Copernic. Periodes proportionnez aux diftances. Autre argument pour Copernic.

§ 49. Raifon a chercher pourquoy les planetes a peu pres dans un mefme plan, et le plan de chacune paffant par le foleil (nous favons comment elles font, mais non pas la raifon pourquoy). Pourquoy elles tournent toutes d'un mefme fens en elles et leur compagnons, et dans le mefme que le grand tourbillon. Pourquoy les Excentricitez ne fe redreffent point. Je remarqueray en paffant que ces chofes fourniffent un argument contre l'eternitè de la terre. Car toutes ces chofes et ces autres &c. ont eu quelque caufe, donc un commencement. donc elles ne font pas eternelles.

§ 50. Des Cartes trompè en ce qu'il a voulu qu'une Comete foit apperceue des qu'elle entre dans noftre tourbillon. Il s'en faut beaucoup, vu la vafte diftance qu'elle a alors. On les voit difparoitre en peu de jours. Que toute fa theorie des Cometes eft mal conceüe [60]). qu'elles naiffent apparemment du foleil ou du moins pres du foleil de

57) Le célèbre physicien et astronome vivant et enseignant à Athènes au temps de Périclès (cinquième siècle avant notre ère) dont on possède un grand nombre de fragments.

57bis) Plus tard Huygens corrigea le chiffre 3 en 25: voyez l'Appendice IX au „Cosmotheoros".

58) Il s'agit toujours d'un vortex deferens; comparez l'Avertissement.

59) Comparez la note 6 de la p. 350 qui précède.

60) Comparez le § 7 qui précède.

quelque maniere que ce soit [61]). Parce qu'autrement si elles estoient ce que des Cartes veut, il faudroit qu'il en vinst une grande quantité, puis que nous en voions si souvent et pres de nous. Leur chemin droit ou presque droit bien imaginè de Kepler [62]). Elegans theorema Wrennij dans cette hypothese [63]). que je crois que c'est une matiere qui brusle [64]). que la queue (en marge: la queue s'explique difficilement) est une vapeur tres rare, mais qui est grossiere en comparaison de la matiere etherée. ainsi elle continue si facilement le mouvement qu'elle avoit dans la comete et quelquefois se courbe un peu [65]). — Cometes pourroient rencontrer la Terre. — En marge: Cecy apres avoir parlè des fixes.

§ 51. Revertamur ad fixas. Defaisons nous de l'imagination d'estre au milieu de ces fixes esparses. Considerons nous . . .

§ 52. Les Planetes apparemment semblables a la terre. tournent en elles mesmes, ne resplendissent que de la lumiere du soleil. Jupiter et Saturne si fort excedents la terre et estant beaucoup plus accompagnez. anneau. satellites semblables a notre lune.

Nues dans Jupiter. Probable qu'il y a des animaux, et de raisonnables mais tres differents de ce que nous sommes en figure grandeur.

Quelle diversitè nouvelle et de choses differentes des nostres n'y verroit on pas si on y estoit portè. Apparemment rien de semblable en figure vu la diversitè grande d'icy a l'Amerique. Qu'il y a la pesanteur dans toutes les Planetes parce que c'est elle qui est cause de la rondeur des globes, mais que cette pesanteur peut estre ou plus grande ou plus petite que chez nous. Les mouvemens des animaux pour aller de lieu en lieu, ou en marchant, rempant, nageant ou volant, mal aisè d'imaginer d'autre moyen, et que pourtant il y en peut avoir. animaux mortels. nourriture, generation differente.

Qui est ce qui ne s'imagine le plaisir qu'il y auroit de pouvoir connoistre de pres ce qui se passe dans quelqu'une seulement de ces planetes ou terres inconnues. Cependant combien peu considere-t-on les merveilles qui s'offrent icy sur la terre que nous habitons. Elles sont assurement [autre leçon: apparemment] autant dignes de remarque que celles qui sont dans aucun[e] des autres terres, et la mesme admiration que nous aurions d'entendre raporter les choses de Jupiter a quelqu'un qui viendroit de ce païs la, auroit un habitant de Jupiter, supposè qu'il y en ait, a entendre quelqu'un

[61]) Comparez les p. 294 et 305 du T. XIX. Voyez cependant aussi les p. 307 et 309 du même Tome.

[62]) Voyez les p. 276 et suiv. jusqu'à la p. 310 du T. XIX.

[63]) Voyez les p. 285 et 307 du T. XIX.

[64]) Comparez le § 16 qui précède.

[65]) Comparez la p. 309 du T. XIX.

de nous raconter ce qu'il y a à voir icy fur la terre. J'ay trouvé en moy que cette reflexion fert a reveiller dans mon efprit l'attention pour la contemplation des chofes naturelles et a chaffer cette infenfibilité que fait naitre l'accoutumence. Je m'imagine la relation que feroit ce pelerin revenu de la terre dans Saturne ou Jupiter. Comment premierement il leur depeindroit la difference de chofes celeftes vues d'icy. Puis de nos Elements. arbres. animaux. hommes. leur figure. arts. Sciences. baftimens. Nouriture. gouvernement. gueres. Mœurs [?]. Religion.

Qu'ils ont la vue pour contempler ces merveilles qui affurement n'ont pas efté faites pour nous feuls et noftre contemplation. Car la plus grande partie n'eft point apperceue ni fcüe de nous, et de ce qui eft exposé a noftre vue y en a-t-il un parmi cent mille qui les contemple avec quelque attention, et comme elles meritent.

§ 53. Quelle aftronomie en Saturne et en Jupiter. anneau. quelles apparences. qu'il eft malaisé de f'imaginer qu'ils aient les fciences comme nous, ni ce qu'ils pourroient avoir en recompenfe. S'ils ont l'aftronomie ils ne peuvent l'avoir fans inftruments ni fans geometrie femblable a la noftre. Que la lumiere et la chaleur qu'ils recoivent du foleil leur fuffit parce qu'ils y font proportionnez. Et que de mefme ceux de Venus et Mercure n'ont pas trop chaud ni ne font pas eblouis des rayons du foleil. C'eft une erreur d'examiner tout cela par raport a nous. de croire que nous fommes les bien temperez.

§ 54. De la lune. qu'il n'y a point de mers rivieres ni nües, ni atmofphere. Objection de quelques eclipfes. Phocyl. p. 264 [66]).

De mes lunettes de 125 pieds. qu'il pourroit y avoir pourtant quelque efpece d'animaux et plantes nourries d'une autre fubftance que d'eau que le foleil ne peut refoudre en vapeurs.

Lunes des planetes tournent auffi le mefme cofté a leur principaux. Cela paroit par l'extreme de Saturne.

Il s'agit ici du satellite Japet qui resta „l'extreme" jufqu'à la découverte de Phoebe par W. H. Pickering vers 1900. Cassini („Histoire de la découverte de deux Planetes autour de Saturne, faite à l'Obfervatoire Royal", Journal des Sçavans du 15 mars 1677) remarque qu' „il y a apparence qu'une partie de [la] furface [du fatellite nommé] n'eft pas fi capable de nous réfléchir la lumiere

66) Huygens cite le livre ΠΑΝΣΕΛΗΝΟΣ Ἐκλειπτικὴ Διαυγάζουσα „Id est Dissertatio Astronomica quæ occasione ultimi lunaris anni 1638 deliquii Manuductio sit ad cognoscendum I Statum Astronomiæ, præsertim Lansbergianæ. II Novorum Phenomenωn Exortum & Interitum". Autore Ioanne Phocylide Holwarda, Franekeræ, Typis Idzardi Alberti, eiusdemque & Ioannis Fabiani Theuring, impensis. 1640. (Nous ajoutons que Holwarda, cité e.a. à la p. 83 du T. XVIII, publia en outre, à Harlingen, une „Friesche Sterre-konst" en 1652 et 1653). À la p. 264 nommée Holwarda parle en effet, à propos des „Lunæ deliquia", d'un „vaporosus Lunæ undique circumfusus orbis", c. à. d. d'une atmosphère.

du Soleil qui la rend visible que l'autre partie". Ceci permet de conclure à „une exposition du même hemisphere à Saturne, à peu près comme celuy de la Lune à la Terre". Mais Huygens a-t il le droit d'en conclure qu'il en est de même pour tout autre satellite? Il semble bien que non.

§ 55. J'ay parlè jusqu'icy du seul systeme autour du soleil, des globes qu'il enferme et de l'estendue qu'il peut avoir. Qui estant grand comme nous avons fait voir, ce n'est qu'une minima pars mundi. Pour avoir la veritable idee du monde il faut passer en suite aux estoiles fixes que l'on estime aujourd'hui et avec beaucoup de raison estre autant de soleils, ou estre chacune semblable a un soleil, en sorte que l'opinion des anciens Philosophes Democrite [67]) et des modernes le Cardinal de Cusa [68]), Brunus [69]) et autres qui ont passez auparavant pour des chimeres sont devenues des veritez ou fort probables.

Touchant les quelles il faut premierement sçavoir que quoy qu'elles nous semblent toutes dans une mesme surface de sphere, il est pourtant fort peu vraisemblable qu'elles seroient de cette maniere, car on sçait que cette apparence ne prouve rien parce qu'elle fait paroistre la lune, le soleil, et les planetes dans cette mesme surface de sphere quoy qu'elles n'y soient point. De plus estant constant que les fixes ont leur propre lumiere comme le soleil, et n'y ayant rien qui empesche de croire qu'elles ne soient aussi grandes que luy, l'on peut dire que ce sont en effect autant de soleils, et le nostre un de leur nombre. Elles ne sont donc pas dans une mesme surface spherique parce qu'autrement nostre soleil y seroit aussi ce qui n'est point. Or la grande distance des fixes (en marge: opinion de Kepler [70]) que le soleil est entourè d'un bien plus grand espace que les fixes. ses raisons nulles) paroit premierement de ce que tout le grand orbe que la terre parcourt n'est pas assez grand pour causer aucune visible parallaxe ou variation de vue dans ces estoiles, quoyqu'il y en ait qui ont cru en avoir trouvè de . . . qui si elle y estoit se feroit appercevoir de plus d'une maniere quand mesme les

[67]) Voyez la note 15 de la p. 351 qui précède.

[68]) „D. Nicolai de Cusa Cardinalis utriusque Juris Doctoris, in omnique Philosophia incomparabilis viri Opera. In quibus Theologiæ mysteria plurima, sine spiritu Dei inaccessa, iam aliquot seculis uelata & neglecta reuelantur. Præterea nullus locorum communium Theologiæ non tractatur. Item in Philosophia præsertim in Mathematicis, difficultates multæ, quas ante hunc autorem (ceu humanæ mentis captum excedentes) nemo prorsus aggredi fuit ausus, explicantur et demonstrantur. Etc". Basileæ, ex officina Henricpetrina, MDLXV.

La première partie débute par le Traité „De docta Ignorantia", où l'auteur parle e.a. (p. 40—41) des „aliarum stellarum habitatores, qualescunque illi sint . . . suspicantes in regione Solis, magis esse solares claros & illuminatos, intellectuales habitatores, spiritualiores etiam quam in Luna . . . suspicantes nullam inhabitatoribus carere, quasi tot sint partes particulares mundiales unius uniuersi, quot sunt stellæ: quarum non est numerus . . . nisi apud eum qui omnia in numero creauit".

[69]) Voyez la note 16 de la p. 351 qui précède.

[70]) Voyez la note 41 de la p. 361 qui précède.

fixes ne feroient que egalement diftantes, mais fi elles font difperfees et les unes font beaucoup plus eloignees que les autres il arriveroit que les distances apparentes de quelques prochaines changeroient a la vue, fur tout entre quelqu'une des plus proches de nous et une qui feroit plufieurs fois plus eloignee, ce qui pourtant ne s'appercoit point, non pas mefme avec les telefcopes [71]).

En marge: Ces raifons plus fuccinctement ou renvoier a Des Cartes et autres.

§ 56 [72]). Une maniere de compter en quelque forte la diftance des fixes eft de fuppofer une des plus claires egale au foleil et voir la quantieme partie elle fait de la lumiere du foleil. Premierement la quantieme fait la lune du foleil, faifant un petit trou qui eclaire (eftant opposè au foleil au bout d'un tuyau) autant que la lune pour lire des lettres. Puis comparer la lune a cette eftoile en regardant une parcelle de la lune par un petit trou au bout d'un pareil tuyau. Cela ira pour le moins a 100000 fois la diftance du foleil. Ces diftances font en raifon fous double des clartez.

En marge: $30'$ / $60''$ / $108000'''$

Soo de fon 100000 mæl verder wær, dan foude fijn diameter $1'''$ fijn. op 57 voet is 1 voet een græd, $\frac{1}{5}$ duijm een minut, $\frac{1}{300}$ duym een fecond. $\frac{1}{18000}$ duijm een terce. fulcken gætje koft men mæcken van de fon door te fien met een buys van 57 voet. mær men kan 't foo kleyn niet mæcken en noch min meten.

§ 57. Cette grande diftance a eftè objectee a Copernic devant qu'on euft l'invention des Telefcopes, parce que jugeant alors les diametres apparents des fixes (premiere grandeur) de 2 ou 3 minutes on concluoit qu'elles eftoient chacune plus grande en diametre que le grand orbe de la terre. Or cela ceffe depuis que les diametres font imperceptibles par les plus longues lunettes. a moy toufjours [71]).

§ 58. Il ne fera pas hors de propos de parler icy de l'opinion de Defcartes [73]) touchant l'eftendue et difpofition des Tourbillons autour de chaque eftoile fixe dont il a donnè une idee qui me femble peu veritable. C'eft qu'il entaffe et enclave ces tourbillons les uns avec les autres faifant leur exterieures furfaces qui fe touchent, ce qui me paroit peu jufte vu la grande diftance des fixes ou foleils entre elles. Car elle m'empefche de croire que la circulation du tourbillon par exemple autour de noftre foleil parviene jufqu'à moitiè chemin de l'efpace qui eft entre le foleil et les plus prochaines fixes, mais je tiens pluftoft qu'il en eft comme d'un petit tourbillon au milieu de l'eau de quelque grand etang, qui eft bien loin de fe faire fentir vers les bords. Et ainfi je confidere plufieurs tourbillons des fixes au ciel comme plufieurs petits tourbillons dans un lac, qui laiffent l'eau entre deux fort en repos quant a eux, la diffem-

[71]) Voyez la note 40 de la p. 360 qui précède.
[72]) Comparez le § 15 qui précède où nous renvoyons aussi à d'autres endroits.
[73]) Comparez les §§ 7, 16 et 35 qui précèdent.

blance eſtant ſeulement que les tourbillons dans le lac ſont dans une ſeule ſurface et ceux du ciel diſperſez dans un eſpace eſtendu de tous coſtez. Il paroit qu'il n'a pas conſiderè la petiteſſe du ſyſteme planetaire a l'egard de la diſtance des fixes quand &c. Voyez pag. 2 retro ou je parle des Cometes.

§ 59. Or ce ſont icy des plus proches ſelon qu'il paroit, juſqu'ou iront les plus eloignees. Car qui ſcait quel peut eſtre leur nombre, puis que l'eſpace du monde eſt aſſurement infini. Pour ne voir aux yeux que 2 ou 3 mille eſtoiles et 20000 par les lunettes concluons nous qu'il n'y en a guere d'avantage. Ce n'eſt pas a nous a donner des limites a la nature, et il faut ſcavoir (autre leçon: qui ne voit) que a quelque grandeur et eſtendue nous la bornions, toute cette grandeur ne ſera que comme rien a l'egard de l'eſpace au dela, et y aura moindre proportion qu'un grain de ſable a toute la maſſe de la terre. Le reſte ſeroit il donc vuide et n'aura-t-il pour ainſi dire creé qu'un grain de ſable qui pouvoit creer une infinitè de choſes en comparaiſon. L'eſtendue du monde eſtant infinie, ſi le nombre des eſtoiles eſt fini, il eſt croiable qu'au de la il y a une infinitè d'autres choſes creees dont l'idee ne tombe point en notre penſee. Cependant rien n'empeſche de poſer (autre leçon: imaginer) le nombre des eſtoiles ſi grand que l'on veut, car de ce peu que nous en voions il n'y a point de conſequence a tirer pour leur multitude. Ainſi je ne concois pas ſeulement leur nombre qu'elles peuvent avoir par des milions et miliaſſes ni par ces nombres avec leſquels Archimede a ſurpaſſè la multitude de grains de ſable dans la ſphere &c. Je me figure des nombres qui s'ecriroient avec autant de chifres qu'il y entreroit de grains de ſable dans le globe de la Terre ou dans ce monde d'Archimede. Que ſi ces eſtoiles ou ſoleils ont chacune auſſi leur planetes autour d'eux, et dans ces planetes chacune autant de varietè de creatures comme icy ſur la terre, quelle magnificence incomprehenſible n'en reſulte-t-il point de cet ouvrage immenſe, et de la puiſſance et ſageſſe eternelle qui en eſt le maitre et l'architecte.

CONSIDÉRATIONS SUR LA FORME DE LA TERRE.

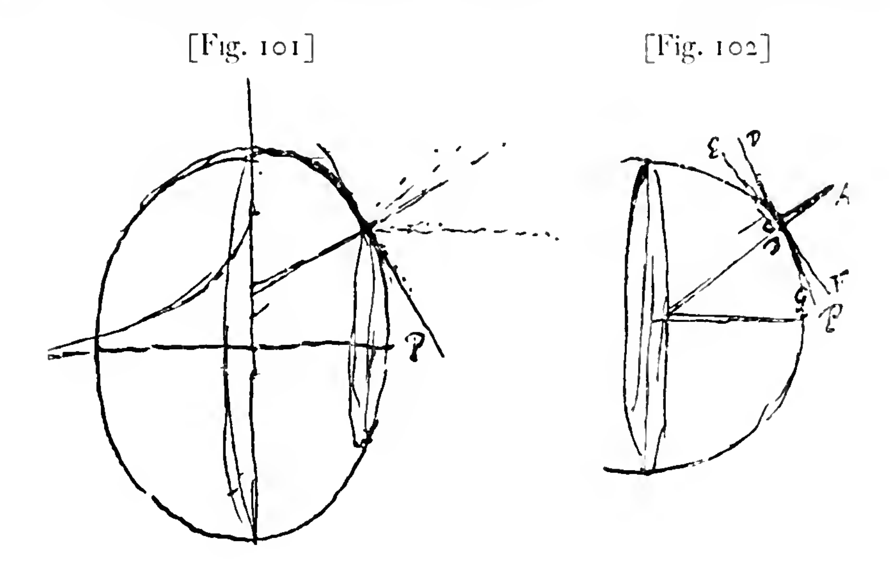
CONSIDÉRATIONS SUR LA FORME DE LA TERRE.

[FIN 1686 OU UN DES PREMIERS MOIS DE 1687] [1]).

Ad hæc mentis oculos ægrè et quafi caligantes plerique attollunt haud aliter atque ad lucis radios ij qui è diuturnis tenebris emerfere [2]).

P [Fig. 101] polus boreus. Si pendula fecundorum fcrupulorum [Fig. 102] breviora funt circa æquinoctialem quam circa polos aut in noftra patria aut Gallia, ut

[Fig. 101] [Fig. 102]



[1]) La Pièce eft empruntée à la p. 259 du Manuscrit F. Les p. 239, 261 et 271 portent respectivement les dates de septembre 1686 (citation d'un journal de cette date), de 1687 et du 13 mars 1687. La présente Pièce est donc antérieure à l'apparition des „Principia" de Newton. Nous croyons aussi devoir observer qu'il n'avait pas été question de la forme de la terre dans l'article du Num. 179 (janvier 1686) des „Philosophical Transactions" („A discourse concerning gravity and its properties etc.") dans lequel E. Halley annonçait l'apparition prochaine de l'ouvrage de son illustre compatriote.

[2]) Nous avons déjà cité à la p. 31 du T. XVIII ces lignes que Huygens lui-même place en tête de la présente Pièce. C'eft, disions-nous, probablement à Platon, et non pas à Shakespeare, qu'il emprunte l'expression „mentis oculi".

Cette expression se trouve d'ailleurs aussi chez Cicéron „de Oratore" Lib. III § 163.

aliqui se observatione comperisse affirmant [3]), causa ejus erit motus telluris diurnus circa axem suum qui vi centrifuga plus adimit de gravitate corporum in magno circulo latorum quam de eorum qui minores circuitus faciunt. Sed ex eadem causa, sequeretur etiam perpendicula hic terrarum aut in Gallia non tendere ad Terræ centrum sed plumbum suspensum pauxillum versus meridiem recedere. Quo fieret ut libellæ planum descenderet infra horizontem, cum septemtrionem versus spectamus. siquidem Telluris forma sphærica est. Hoc autem non contingit. Ergo formam sphæricam tellus non habet, sed sphæroidis lati sive τυροειδεος, etsi tantillum a sphæra recedentis. cujus formæ causa credenda est eadem illa conversionis diurnæ vis centrifuga.

Malgré le mot „ergo" Huygens comprend évidemment, aussi bien que nous, qu'il n'est pas possible de conclure logiquement des considérations qui précèdent à l'existence d'une forme précisément sphéroïdale, c. à. d. ellipsoïdale.

Vis gravitatis effectrix globum facere conatur. sed vis centrifuga, ex motu diurno, à centro magis rejicit partes ejus prout æquatori propiores.

Nec aliqua observatione contrarium probari posse arbitror. In Jovis planeta vero manifesto ejusmodi figura apparet, quod sæpe observatum a me et alijs. nec mirum cum tantus globus tam rapido motu convertatur horarum decem scilicet [4]).

---

[3]) Voyez les p. 635—636 du T. XVIII sur l'observation bien connue de 1672—1673 de Richer à Cayenne. Il ressort de la lettre du 1 mai 1687 de Huygens à de la Hire (T. IX, p. 130) qu'il connaissait le „Traité du mouvement des eaux etc." de 1686 de Mariotte, où se trouve rapportée „l'observation du Sr. Varin" lequel avait mesuré la longueur du pendule à secondes dans l'île de Gorée près du Cap-Vert, observation dont Huygens dit qu'elle „ne garde point de proportion avec celle de Mr. Richer". Voyez encore sur l'observation de Varin l'Appendice II à la p. 405 qui suit.

[4]) Dès 1665 Cassini avait trouvé 9 h. 56 m. pour la durée de la rotation de Jupiter: voyez la note 1 de la p. 156, ainsi que la p. 157, du T. XV, et la Fig. 117 de la p. 412 qui suit, représentant la planète aplatie par la rotation.

DE LA CAUSE DE LA PESANTEUR.

DE LA CAUSE DE LA PESANTEUR.

[1686 ou 1687]

Tel eſt le titre de la Pièce publiée en 1693 dans les „Divers ouvrages de mathematique et de phyſique par Meſſieurs de l'Academie Royale des Sciences". Dès ſeptembre 1686 Huygens ſe propoſait d'envoyer cette Pièce à de la Hire comme nous l'avons rappelé, d'après le T. IX, à la p. 619 du T. XIX. Toutefois l'expédition, à d'Alencé, n'eut lieu qu'en juin 1687 [1]). La Pièce, auſſi bien que celle qui précède, eſt antérieure à l'apparition des „Principia" de Newton. C'eſt en ſubſtance le Mémoire du 28 août 1669 déjà publié aux p. 631—640 du T. XIX [2]) et faiſant partie du débat de cette année à la dite Académie ſur la cauſe (ou „les cauſes") de la peſanteur; mais Huygens en avait modifié le texte en bien des endroits comme nous l'avons dit auſſi à la page nommée du T. XIX.

Il n'y a pas lieu de tenir compte ici [3]) de tous les petits changements apportés au texte qui n'en altèrent pas le ſens [4]), d'autant plus que le même Mémoire ou Diſcours eſt publié auſſi plus loin dans le préſent Tome dans la forme que Huygens lui donna en 1690 et qui ſe rattache en grande partie à celle, antérieure, de 1687—1693.

Ce qu'il convient d'imprimer ici c'eſt ſeulement la partie de la Pièce de 1687—1693 dont le texte, nous l'avons dit dans la note 2 de la p. 636 du T. XIX, diffère beaucoup de celui de 1669; en le comparant avec le texte correſpondant du Diſcours de 1690 on pourra conſtater d'autre part qu'en cette dernière année, ou plutôt en 1689, Huygens ne reproduiſait pas le texte de 1687—1693 ſans modifications.

Or la raiſon [5]) pourquoy des corps peſans que nous voyons deſcendre dans l'air, ne ſuivent pas le mouvement ſphérique de la matiere fluide, eſt aſſez manifeſte; parce qu'y ayant de ce mouvement vers tous les coſtez, les impulſions qu'un corps en reçoit ſe ſuccedent ſi ſubitement les unes aux autres, qu'il y intercede moins de temps qu'il ne luy en faudroit pour acquerir un mouvement ſenſible.

Mais comme il ſemble que cette ſeule raiſon ne ſuffit pas pour empeſcher que les corps les plus menus que l'oeil puiſſe appercevoir, comme ſont les brins de pouſſiere qui voltigent dans l'air, ne ſoient point chaſſez çà & là par la rapidité de ce mouvement, il faut

---

[1]) T IX, p. 95.

[2]) Dans la l. 17 de la p. 635 du T. XIX le mot „centre" eſt une faute d'impreſſion pour „coſté".

[3]) Voyez d'ailleurs ſur ce ſujet les notes des p. 633—639 du T. XIX.

[4]) Exemple: la publication de 1693 commence par les mots: „Pour trouver une cauſe intelligible de la peſanteur", tandis que le Mémoire de 1669 avait: „Pour chercher une cauſe intelligible de la pesanteur".

[5]) Comparez la l. 10 de la p. 636 du T. XIX.

ajoûter que ces petits corps ne nagent pas dans la seule matiere liquide qui cause la pesanteur, mais, qu'outre celle-cy, il y a dans les espaces qui sont autour de nous encore d'autres matieres de differens degrez, dont quelques-unes sont composées de particules plus grossieres, qui estant differemment agitées & reflechies entre elles, mais ne suivant pas le mouvement rapide de nostre matiere, peuvent aussi empescher ces corpuscules de la suivre & d'en estre emportez. L'on sçait qu'il y a autour de la Terre premiérement les particules de l'air, lesquelles on sera voir un peu plus bas estre plus grossiéres que celles de la matiere liquide que nous avons supposée. On a de plus des raisons qui font croire qu'il y a encore une matiere dont les particules sont plus menuës que celles de l'air, mais d'un autre costé plus grossieres que celles de nostre matiere liquide. Car j'ay trouvé dans les experiences du vuide, outre la pesanteur de l'air, encore celle d'un autre corps invisible, qui fait sentir son poids là ou il n'y a point d'air, ayant veû, non sans étonnement, que ce poids soûtient l'eau suspenduë dans un tube renversé au dedans d'un vaisseau de verre dont l'air a esté tiré, & qu'il fait couler l'eau d'un siphon recourbé dans le vuide de mesme que dans l'air, pourvû que l'eau dans ces experiences ait esté purgée d'air, ce qui se fait en la laissant pendant quelques heures dans le vuide.

Voyez une discussion sur cette expérience de Huygens de 1673 aux p. 242—246 de notre T. XIX (Appendice à „la Machine Pneumatique"). On peut voir aussi aux p. 560, 563, 585 et 595 du même Tome qu'à un moment donné, antérieur à 1687, Huygens identifia l'„air subtil" qu'il croyait avoir découvert par cette expérience, avec l'éther luminifère. On remarquera que dans la présente Pièce il ne parle toutefois que d'„un autre corps invisible" sans dire que ce „corps" serait identique avec l'éther. Cette identification ne lui paraissait sans doute pas bien certaine.

Il paroist par là premierement que les particules du corps pesant & invisible sont plus petites que celles de l'air, puis qu'elles passent au travers du verre qui exclut l'air, & qu'elles y font appercevoir leur pesanteur. Il paroist de plus qu'elles doivent estre plus grossiéres que les particules de la matiere fluide qui cause la pesanteur, afin que le corps qu'elles composent ne suive pas le mouvement de cette matiere, parce qu'en le suivant il ne seroit pas pesant. Il peut y avoir autour de nous encore d'autres sortes de matieres de differens degrez de tenuité, quoy que toutes plus grossieres que n'est la matiere qui cause la pesanteur; lesquelles contribuëront donc toutes à empescher les petits brins de poussiere d'estre emportez par le mouvement rapide de cette matiere, parce qu'elles ne suivent pas ce mouvement elles-mesmes.

L'alinéa qui suit a été supprimé dans le Discours tel qu'il fut publié en 1690. Voyez la p. 432 qui suit sur la raison, assez évidente, de cette suppression.

Et quoy que par là ces matieres doivent avoir de la pesanteur, suivant l'explication que nous en donnons, il n'est pas nécessaire toutefois de s'imaginer leurs particules comme estant entassées les unes sur les autres, puis que l'on sçait que l'air ne laisse pas de peser, bien que ses particules soient dispersées avec beaucoup d'autre matiere entre deux: car c'est ce que je pourrois prouver facilement; comme aussi qu'il suffit, pour produire l'effet de la pesanteur, que les particules d'une matiere pesante, quoy

que feparées les unes des autres, foient remuées en des fens differens, qu'elles s'entrechoquent, & qu'elles frappent contre les furfaces des corps qui leur font expofez.

Il ne faut pas au refte trouver étrange ces differens degrez de petits corpufcules, ni leur extrême petiteffe. Car bien que nous ayons quelque penchant à croire que des corps à peine vifibles font déja prefque auffi petits qu'ils peuvent l'eftre, la raifon pourtant nous dit que la mefme proportion qu'il y a d'une montagne à un grain de fable, ce grain la peut avoir à un autre petit corps, & celuy-cy encore à un autre; & cela autant de fois que l'on voudra.

Cette extrême petiteffe des parties de noftre matière fluide fe doit encore fuppofer néceffairement à caufe d'un effet confidérable de la pefanteur, qui eft que des corps pefans enfermez de tous coftez dans un vaiffeau de verre, de metail, ou de quelque autre matiére que ce foit, fe trouvent pefer toûjours également. De forte qu'il faut que la matiére que nous avons dit caufer la pefanteur, paffe tres-librement au travers de tous les corps que nous eftimons les plus folides, & avec la mefme facilité qu'à travers de l'air.

Il s'enfuivroit auffi, s'il n'y avoit pas cette liberté de paffage, qu'une bouteille de verre peferoit autant qu'un corps de verre folide de la mefme grandeur; & que tous les corps folides d'égal volume peferoient également, puis que, felon nous, la pefanteur de chaque corps eft reglée par la quantité de la matiére fluide qui doit monter en fa place.

Ce qui fait donc la difference de pefanteur entre les corps terreftres, comme les pierres, les métaux, &c. c'eft que ceux qui font plus pefans contiennent plus de parties qui empefchent le paffage libre de la matiére fluide: car il n'y a que celles-là en la place defquelles cette matiére puiffe monter. Mais comme l'on pourroit douter fi ces parties doivent eftre folides, parce qu'eftant vuides elles devroient, par la raison que je viens de dire, faire le mefme effet; je demontreray icy, qu'elles font néceffairement folides; & que par conféquent la pefanteur des corps fuit précifément la proportion de la matiére qui les compofe, & qui s'y tient arreftée. En quoy M. Defcartes a efté d'un autre fentiment, auffi-bien qu'en ce qui regarde la liberté avec laquelle cette matiére traverfe les corps qu'elle rend pefans. Nous examinerons cy-aprés fes raifons.

Huygens eût auffi pu s'exprimer comme fuit: „Je démontrerai que la pefanteur des corps fuit précifément la proportion de la matière qui les compofe [c'eft ce qu'il favait déjà en 1668; voyez les p. 625 et 627 du T. XIX]; par conféquent elles (c. à. d. les parties ou particules qui compofent les corps) font néceffairement folides".

Nous avons dit à la p. 316 du T. XIX que la matière chez Huygens eft „plus ou moins femblable à une collection de petites billes pleines *ou creufes* et de petites poutres [ou polyèdres [6])] de formes

---

[6]) Il faut pourtant obferver que Huygens n'a apparemment aucune prédilection pour des atomes à surfaces *planes*. Voyez la p. 386 du T. X (lettre à Leibniz de 1693) ainsi que les remarques *h* de la p. 321 et *j* de la p. 431 du même Tome (notes à des lettres de Leibniz de 1692 et 1693).

diverſes, ou plutôt à une ſérie de collections de ce genre". Il parait maintenant que, en tout cas depuis 1668, les particules creuſes doivent être exclues, du moins celles qui enfermeraient de toute parts des eſpaces vides; mais celles que nous avons déſignées par l'expreſſion *particules-ſquelette* (T. XIX, p. 4; voyez auſſi les p. 386 et 685 du même Tome) ne ſont nullement exclues.

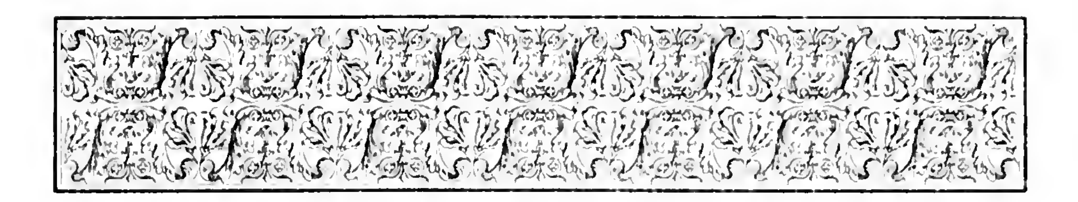
Pour prouver ce que je viens de dire, je feray remarquer icy ce qui arrive dans le choc de deux corps quand ils ſe rencontrent d'un mouvement horizontal. Il eſt certain que la réſiſtance que ſont les corps à eſtre meûs horizontalement, comme feroit une boule poſée ſur une table bien unie, n'eſt pas cauſée par leur poids vers la terre, puis que le mouvement lateral ne tend pas à les éloigner de la terre, & qu'ainſi il n'eſt nullement contraire à l'action de la peſanteur qui les pouſſe en bas.

Il n'y a donc rien que la quantité de la matiére attachée enſemble que chaque corps contient, qui produiſe cette réſiſtance; de ſorte que ſi deux corps en contiennent autant l'un que l'autre, ils reflechiront également, ou demeureront tous deux ſans mouvement, ſelon qu'ils ſeront durs ou mols. Or l'expérience montre que toutes les fois que deux corps refléchiſſent ainſi également, eſtant venus à ſe rencontrer avec d'égales viteſſes, ces corps ſont d'égale peſanteur. Il s'enſuit donc que ceux qui ſont compoſez d'égale quantité de matiére ſont auſſi d'égale peſanteur; ce qu'il falloit démontrer.

J'ay dit que M. Deſcartes eſtoit en cecy d'un autre ſentiment, comme encore en ce qui regarde le paſſage libre de la matiére qui cauſe la peſanteur, au travers des corps ſur leſquels elle agit. Cela paroiſt, pour ce qui eſt de ce dernier point, de ce qu'il veut que cette matiére fluide ſoit empeſchée par la rencontre de la Terre, de continuër ſes mouvements en ligne droite, & que pour cela elle s'en éloigne autant qu'elle peut [comparez ſur ces lignes et les ſuivantes la Pièce de Huygens „De Gravitate" de 1668, p. 625—627 du T. XIX, que nous avons déjà citée plus haut]. En quoy il ſemble n'avoir pas penſé à cette proprieté de la peſanteur que j'ay fait remarquer un peu plus haut. Car ſi le mouvement de cette matiére eſt empeſché par la Terre, elle ne penetrera non plus librement les corps des métaux ni du verre. D'où il s'enſuivroit que du plomb enfermé dans une phiole perdroit ſon poids, ou que du moins, ce poids ſeroit diminué. De plus, en portant un corps peſant au fonds d'un puits, ou de quelque mine profonde, il y devroit perdre de ſa peſanteur; ce qui ne ſe trouve point par expérience.

Quant à l'autre point, M. Deſcartes prétend que quoy-qu'une maſſe d'or ſoit, par exemple, vingt fois plus peſante qu'une portion d'eau de meſme grandeur . . . Etc. Voyez la l. 15 de la p. 638 du T. XIX.

CONSIDÉRATIONS ULTÉRIEURES SUR LA FORME DE LA TERRE.



Avertissement.

Huygens nous apprend en 1688 [1]) que Newton lui avait fait don d'un exemplaire de ses „Principia" dont nous savons que l'impression fut terminée en juillet 1687. La présente Pièce montre en effet qu'en novembre 1687 le livre de Newton lui était connu [2]): il le reçut apparemment immédiatement après la publication.

Ce furent, paraît-il, les considérations de Newton sur la forme de la terre [3]) qui attirèrent en premier lieu son attention. Ceci s'explique fort bien par le fait qu'il venait d'écrire lui-même une page sur ce problème: c'est la Pièce de la p. 375 qui précède.

Dès les §§ 2 et 3 de la présente Pièce — la division en §§ est de nous, comme d'habitude — Huygens parle de l'„æquilibrium canalium ut apud Neutonum". Or, le calcul du § 1, où il n'est pas encore question de cette méthode des canaux, mais seulement du rapport que les axes de la terre, supposée spéroïdale, c. à. d. de la forme d'un ellipsoïde aplati vers les poles, doivent avoir entr'eux pour qu'en un endroit déterminé, d'ailleurs arbitrairement choisi, de sa surface, cette surface soit perpendiculaire à la résultante de la force centrifuge et de la pesanteur dirigée par hypothèse vers le centre de la terre, ce calcul, disons-nous, lui avait fourni pour la différence de lon-

1) T. IX, p. 305, lettre du 30 décembre 1688 au frère Constantyn.

2) Dès le mois de juillet il en connaissait d'ailleurs plus ou moins le contenu par la lettre de Fatio de Duillier du 24 juin (T. IX, p. 167).

3) Dont Fatio n'avait rien dit.

gueur des deux axes *a* (rayon de l'équateur) et *b* (demi-diſtance des poles) la valeur $\frac{1}{578}a$. Mais les conſidérations du § 4 (donnant auſſi, au début, cette fraction $\frac{1}{578}$) font voir que ſi le calcul du § 2 donne pour le rapport des deux axes la même valeur, quel que ſoit le point choiſi ſur la ſurface de la terre, il n'en eſt pas de même pour les longueurs abſolues de ces axes correſpondant aux différents points: ce calcul n'eſt donc pas probant et la ſurface de la ſphère déformée par l'effet de la force centrifuge n'eſt apparemment pas exactement ſphéroïdale.

Par conſéquent Huygens abandonne l'hypothèſe de la forme exactement ſphéroïdale qu'il avait déjà émiſe dans la Pièce de la p. 375 et qui eſt auſſi celle de Newton dans la Propoſition „Invenire proportionem axis Planetæ ad diametros eidem perpendiculares" [4]).

Il n'en trouve pas moins dans les §§ 10—12, en ſe ſervant cette fois de la méthode des canaux du ſavant anglais [4]), la valeur $\frac{1}{578}a$ pour la différence entre les grandeurs *a* et *b*, la ſection de la terre par un plan paſſant par l'axe de rotation étant „proxime ellipſis", ceci dans le cas de la rotation lente en 24 heures [5]) telle que nous la connaiſſons. Mais ſi la terre tournait 17 fois plus vite, elle prendrait la forme déjà indiquée dans la Fig. 106 de la remarque finale, ajoutée plus tard, du § 4 — voyez auſſi le § 6 et la remarque finale ajoutée au § 7 — d'un enſemble de deux conoïdes paraboliques ayant leurs ſommets aux poles et tel que le diamètre de l'équateur ſerait le double de la diſtance des poles (donc $a - b = \frac{1}{2}a$).

Newton, lui, avait trouvé [4]) une valeur $\frac{1}{229}a$ au lieu de $\frac{1}{578}a$ pour l'aplatiſſement (lequel eſt en réalité à fort peu près $\frac{1}{300}a$).

C'eſt que Huygens n'accepte pas l'attraction univerſelle de toutes les particules matérielles ſuivant la loi de Newton du rapport inverſe des carrés des diſtances (ni d'ailleurs ſuivant une autre loi); par conſéquent il ne croit pas à la proportionnalité dans l'intérieur de la terre — la denſité étant ſuppoſée conſtante — de la peſanteur à la diſtance du centre. „Un corps peſant au fond d'un puits, ou de quelque mine profonde", diſait-il dans la Pièce de la Cauſe de la Peſanteur [6]), „y devroit perdre de ſa peſanteur, ce qui ne ſe trouve point par expérience". Il oſe en conclure, ou du moins il croit pouvoir baſer ſon calcul ſur la ſuppoſition, que la peſanteur reſte conſtante juſqu'au centre de la terre. Pratiquement ceci revient, peut-on dire, à admettre la loi de Newton — du moins pour les rotations lentes où l'écart de la forme ſphérique

[4]) „Philoſophiæ naturalis principia mathematica" de 1687, Lib. III, Prop. XIX, Prob. II.
[5]) Ou plutôt en 23 h. 56 min.
[6]) Fin de l'avant-dernier alinéa de la p. 382 qui précède.

eſt faible — en y ajoutant l'hypothèſe que la denſité eſt partout en raiſon inverſe de la diſtance du centre.

Aux conſidérations ſur la forme de la terre ſont joints (§§ 8 et 9) des calculs ſur la longueur variable du pendule à ſecondes, ou inverſement ſur la variation de la période d'oſcillation d'un pendule déterminé, gardant par hypothèſe ſa longueur, lorſqu'on le tranſporte, du pole p.e., en d'autres endroits de la ſurface du globe terreſtre. La connaiſſance de cette variation, nous le diſons auſſi à la fin de l'Appendice I, était néceſſaire pour corriger le calcul des longitudes baſée ſur l'indication des horloges tranſportées du Cap de Bonne Eſpérance à Texel dans l'expédition de 1686—1687. On peut conſulter ſur ce ſujet la Partie „Réſultats de quelques expéditions maritimes" du T. XVIII. Dans ces calculs il n'eſt pas queſtion de la forme de la terre: elle y eſt conſidérée comme ſphérique. Il y eſt parlé de la grandeur de la peſanteur apparente, c. à. d. de la peſanteur vraie diminuée de la compoſante verticale de la force centrifuge due à la rotation de la terre, et cette peſanteur vraie y eſt ſuppoſée partout la même. On peut obſerver que Huygens lui-même ne ſe ſert point des expreſſions „peſanteur vraie" et „peſanteur apparente"; l'on ne trouve chez lui — §§ 1 et 4 — que les expreſſions „pondus abſolutum" et „gravitas abſoluta"; au § 1 il donne la définition de cet adjectif.

Au § 9 Huygens énonce ſans preuve la règle que les diminutions de la longueur du pendule mathématique à ſecondes lorſqu'on le tranſporte d'abord du pole en un premier endroit, enſuite du pole en un deuxième endroit de la ſurface terreſtre, ſont proportionnelles aux carrés des rayons des cercles parallèles à l'équateur correſpondant à ces deux endroits. C'eſt ce dont il donnera dans le „Diſcours de la Cauſe de la Peſanteur" de 1690 une longue démonſtration géométrique; on le voit bien plus facilement en partant de la formule — comparez la p. 97 du T. XIX — $t = \tau \sqrt{\frac{l}{g}}$, qui fait voir que, lorſque g devient $g - f \cos \beta$, f étant l'accélération centrifuge et β la latitude de l'endroit conſidéré, il faut, pour que t conſerve ſa valeur, que l auſſi ſoit multipliée par $1 - \frac{f}{g} \cos \beta$, de ſorte que ſa diminution eſt $\frac{l}{g} f \cos \beta$. Or, pour deux endroits différents, les produits $f_1 \cos \beta_1$ et $f_2 \cos \beta_2$ ſont proportionnels aux carrés des rayons des cercles parallèles correſpondants puiſque leurs facteurs ſont l'un et l'autre proportionnels à ces rayons.

Au § 13 Huygens intercale une remarque ſur la cartographie: il veut placer „chaque

lieu en sa longitude et latitude" en prenant „les degrez des meridiens egaux entre eux et aux degrez de l'equateur et dans chaque parallele les degrez aussi egaux et dans la vraije proportion aux degrez de l'equateur". En d'autres termes il propose ce qu'on a coutume d'appeler la projection de Flamsteed; on pourrait donc aussi appeler celle-ci la projection de Huygens (bien qu'elle soit en réalité plus ancienne); nous nous sommes toutefois servi de l'expression usuelle „projection de Flamsteed" dans le T. XVIII à propos de la carte de Huygens [Fig. 129 de la p. 640] de l'expédition de 1686—1687 déjà mentionnée plus haut.

Quoique la remarque considérée se trouve sur une page occupée en majeure partie par des calculs sur la véritable forme de la terre, il semble bien que Huygens n'ait en vue ici que la représentation de notre planète considérée comme exactement sphérique: aussi longtemps que les longueurs des degrés du globe terrestre n'avaient pas été mesurées en des pays de latitudes fort différentes, les cartographes ne pouvaient guère faire autre chose que s'en tenir à la terre sphérique. Ce n'est qu'après la confirmation par des observations du dix-huitième siècle de l'existence d'une forme sphéroïdale et la mesure de son aplatissement qu'on a pu songer sérieusement à tracer des cartes conformes à cette réalité où, cela va sans dire, la place de chaque endroit serait indiquée, comme auparavant, par sa longitude et sa latitude [7]).

[7]) M. Bouguer („La Figure de la Terre, déterminée par les observations de MM. Bouguer & de la Condamine, de l'Académie Royale des Sciences, envoyés par ordre du Roy au Pérou, pour observer aux environs de l'équateur", Paris, Ch. A. Jombert, 1749, Première Section III § 15, p. 15): „.... la longueur des degrés de latitude va en augmentant depuis l'Equateur jusqu'au Pole".

Au lieu de $\frac{1}{300}a$ (p. 386 qui précède) Bouguer trouve $\frac{1}{179}a$ pour l'aplatissement.

Dans le dernier chapitre („Du changement que doit apporter dans toutes les Régles ou Méthodes précédentes le défaut de rondeur de la Terre") de son „Nouveau traité de navigation, contenant la théorie et la pratique du pilotage" de 1753 (Paris, H. L. Guerin et L. F. Delatour) Bouguer donne une „Table de la grandeur des degrez du Méridien, de celle des Arcs de Latitude, & des Corrections qu'il faut appliquer aux Latitudes croissantes [voyez l'Appendice III qui suit] des Cartes réduites".

En juillet 1775 fut lu à l'Académie Royale des Sciences un „Mémoire sur une question de géographie pratique, si l'applatissement de la terre peut être rendu sensible sur les cartes, et si les géographes peuvent la négliger sans être taxés d'inexactitude?" par Robert de Vaugondy, géographe ordinaire du Roi (publié en 1775 chez l'auteur et chez A. Boudet à Paris). Vu la petitesse et l'incertitude de la valeur de l'aplatissement, de Vaugondy pense que l'Académie peut continuer à regarder comme bonnes ses cartes où cet aplatissement est négligé. Dans son Avertissement il nous apprend que „la première [carte] sur laquelle l'auteur prétend avoir fait sentir l'applatissement de la terre" est celle de la mer Méditerranée par Bonne, maitre de mathématiques et ingénieur-géographe.

CONSIDÉRATIONS ULTÉRIEURES SUR LA FORME DE LA TERRE,

entremêlées de quelques considérations fur les variations de la longueur du pendule à fecondes etc. et fur la cartographie.

[novembre et décembre 1687]

§ 1 [1]). Si terra fphærica eft, invenimus in libello de Caufis gravitatis, diminutionem ponderis abfoluti five quod effet in terra quiefcente, effe fub æquatore in E [Fig. 103] $\frac{1}{289}$ [2]).

In △° DCZ datur angulus C ∞ 49° + 90° [3]). Unde in puncto D invenitur diminutio ∞ $\frac{1}{440\frac{1}{2}}$ ponderis abfoluti; nec refert ad hoc an D punctum intelligatur in fuperficie Terræ fphæricæ an Ellipticæ VDY, dummodo DO eadem maneat.

CE DO fin. compl. 49°

100000 — 65606 — $\frac{1}{289}$ / $\frac{1}{440\frac{1}{2}}$

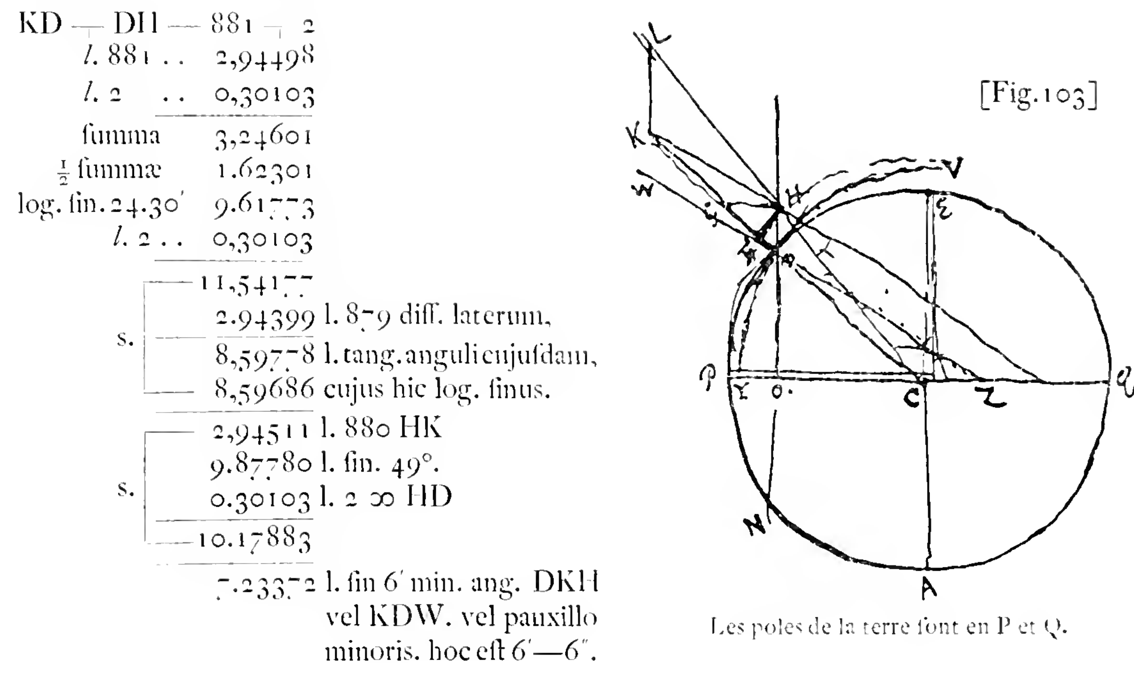
Ex cognita ratione laterum KD ad DH et angulo KDH 49° quæritur ang. DKH. Et primo latus HK. Operatio ex regula noftra, quæ ante folia aliquot [4]).

[1]) Les §§ 1—9 sont empruntés au Manuscrit F, p. 298—303. La date du 6 novembre 1687 se trouve à la p. 297 et celle du 3 décembre 1687 à la p. 311.

[2]) Par „libellus de Causis gravitatis" il ne faut pas entendre précisément la Pièce „De la Cause de la Pesanteur" — voyez la Pièce de la p. 379 qui précède — telle que Huygens l'avait envoyée à d'Alencé en juin 1687. En effet, dans cette Pièce, Huygens s'était contenté de dire, comme dans son discours académique de 1669, que la vitesse de la matière fluide qui, à son avis, cause la pesanteur, est „à peu prés 17 fois plus grande que celle d'un point de la Terre situé sous l'Equateur". Ce n'est que dans un alinéa ultérieur du „Discours" tel qu'il fut publié en 1690 que Huygens ajoute (voyez la p. 462 qui suit) qu' „il faut que le mouvement de la Terre, tel qu'il est maintenant, oste une partie de la pesanteur, qui soit à la pesanteur entiere comme 1 au quarré de 17". Comparez ce qu'il disait déjà en 1659 (T. XVI, p. 304).

[3]) En d'autres termes: la latitude de l'endroit considéré est de 49°. C'est apparemment à la ville de Paris que Huygens songe, quoique la „latitudo Paris a Notre Dame" du § 9 qui suit soit un peu plus petite.

[4]) Cette règle trigonométrique se trouve en effet à la p. 292 du Manuscrit F. Nous l'avons publiée aux p. 455—456 du T. XX.



KD — DH — 881 — 2
l. 881 .. 2,94498
l. 2 .. 0,30103
ſumma 3,24601
½ ſummæ 1.62301
log. ſin. 24.30′ 9.61773
l. 2 .. 0,30103
11,54177
s. 2.94399 l. 879 diff. laterum,
8,59778 l. tang. anguli cujuſdam,
8,59686 cujus hic log. ſinus.
s. 2,94511 l. 880 HK
9.87780 l. ſin. 49°.
0.30103 l. 2 ∞ HD
10.17883
7.23372 l. ſin 6′ min. ang. DKH vel KDW. vel pauxillo minoris. hoc eſt 6′—6″.

Les poles de la terre ſont en P et Q.

49° } ∠ DCZ
90° }
0. 5′. 54″ CDZ
s. { 139. 5. 54
{ 180. 0. 0 2 ∟
40.54. 6 ∠ Z

9.81607 log. ſin. 40.54 anguli Z
7.23372 [l. ſin. 5′54″]
5.00000 [l. ſin CD ∞ 100000]
12.23372
2.41765 [différence de 12.23372 et 9.81607]
l. 261½ CZ

In puncto D talis eſſet perpendiculi à centro C declinatio, nempe 5 min. 54″. Sed ſuperficies liquidi ita ſeſe hic componet ut perpendiculum ipſi ſit ad angulos rectos. Producatur perpendiculum WD in Z. dabitur jam ratio CO ad OZ quæ eſt lateris tranſverſi ad rectum, ſi ellipſis eſt VDY.

75471 OC ∞ ſin 49°
261½ CZ
75732½ OZ

OC ad OZ ut latus tranſverſum ad latus rectum. Supponitur ½ latus transverſum ∞ 100000.

OC	OZ	½ l. tr.	
75471 —	75732,5 —	100000	100346½ l. rect.

100173½ l. maj. [5]). 173 differentia CV et CY. $\frac{1}{578}$ [6]).

[5]) Le grand et le petit diamètre d'une ellipse étant respectivement désignés par $2a$ et $2b$, on a: latus rectum $= \frac{a^2}{b}$, latus transversum $= b$, donc $a = \sqrt{(\text{latus rect.})(\text{latus transv.})}$.

[6]) Comparez sur cette fraction le § 2 qui suit.

§ 2. Sed secundum æquilibrium canalium ut apud Neutonum [7]) debebat esse excessus [CV—CY] $\frac{1}{578}$ meo calculo.

Comme ce calcul — voyez sur le résultat le § 12 qui suit — se trouve aux p. 313 et suiv. du Manuscrit F, il parait probable que le présent passage, emprunté à la p. 299, date d'un peu plus tard que la majeure partie du texte de cette page.

Imo . . . $\frac{100000}{173}$ ∞ 578 . . . correcto calculo invenio etiam $\frac{1}{578}$.

Ceci s'applique au calcul du § 1. Pour l'angle DKH ou KDW de la Fig. 103 Huygens avait pris d'abord (d'ailleurs, si nous voyons bien, sans achever le calcul) 6' au lieu de 5' 54". Nous nous sommes contentés de reproduire dans le § 1 son „calculus accuratior" où il se sert de cette derniere valeur, et où il trouve pour la fraction considérée $\frac{173}{100000}$ c. a. d. $\frac{1}{578}$.

Ses calculs (§ 2 et § 12) lui fournissent donc l'un et l'autre la fraction $\frac{1}{578}$ (et celui du § 4 donne le même résultat).

Ergo CV — CY ∞ $\frac{1}{578}$ $\frac{1}{2}$ axis minoris CY.

Ceci dans l'hypothése — du moins dans le cas du calcul du § 1 — d'une forme sphéroidale. Mais les §§ qui suivent (§ 4, § 7, § 12) font voir que le calcul de Huygens ne conduit pas précisément à cette forme adoptée, nous l'avons dit, par hypothese.

§ 3. Ut pondus absolutum ad pondus in E ita EH ad HG [Fig. 104].

EC CQ EH

$a \quad b \quad b \Big/ \frac{bb}{a}$ HN

$b - \frac{bb}{a}$ EN

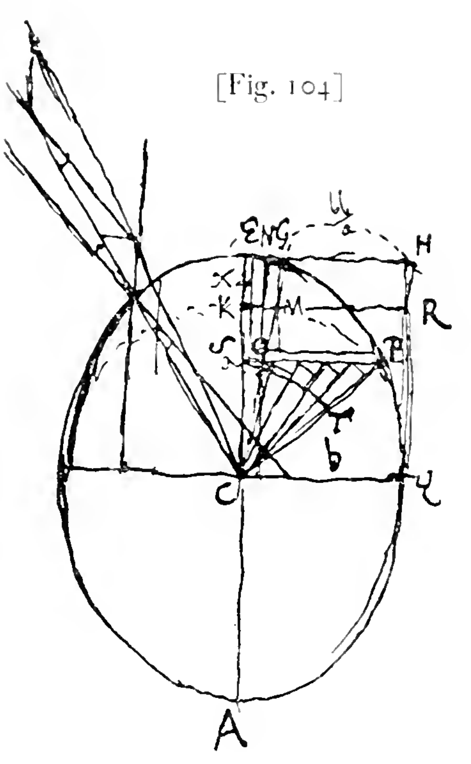
$2b - \frac{2bb}{a}$ EG.

Comme EH = b, il s'ensuit que

$$HG = -b + \frac{2b^2}{a}.$$

$$\text{Donc } EH : HG = 1 : \frac{2b}{a} - 1.$$

Il en résulte qu'à un rapport $\frac{EH}{HG} = \frac{289}{288}$ correspond le rapport $\frac{b}{a} = 1 - \frac{1}{578}$, autrement dit que $a - b = \frac{1}{578}\, a$, conformément aux §§ précédents et suivants.



[Fig. 104]

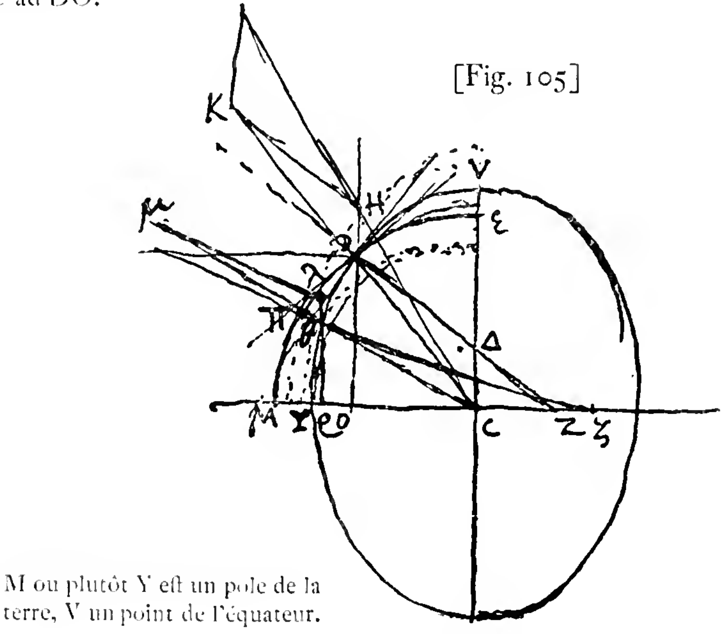
[7]) Prop. XIX, Probl. III du Lib. III des „Principia" de 1687. Au lieu de la fraction $\frac{1}{578}$ Newton y trouvait $\frac{1}{229}$, comme nous l'avons dit aussi dans l'Avertissement.

Nous n'avons pas voulu omettre la Fig. 104 avec le petit calcul correſpondant quoique nous ne voyions pas pourquoi Huygens donne au calcul cette tournure.

On voit auſſi dans la Fig. 104 un canal newtonien ESP (où SE $= \frac{1}{2}a$). Huygens écrit: EX diminutio gravitatis in tubulo SE. Il faudrait donc écrire enſuite que cette diminution du poids, due à la force centrifuge, eſt telle que l'eau de la partie SE fait équilibre à celle de la partie SP, et tâcher de tirer de là une valeur pour le rapport $\frac{b}{a}$. Le calcul ébauché par Huygens et que nous ne croyons pas devoir reproduire, eſt apparemment incorrect et il ne peut y avoir attaché aucune valeur: ce calcul le conduit au réſultat $a \infty b$.

§ 4. Si terra eſſet ſphærica, tum gravitas abſoluta ad vim centrifugam in E [Fig. 105] ſicut 289 ad 1. Sed vis centrifuga in E ad eam quæ in D eſt ut EC ad DO. Ergo gravitas abſoluta ad vim centrifugam in D habet rationem compoſitam ex 289 ad 1 et ex EC ad DO.

[Fig. 105]



M ou plutôt Y eſt un pole de la terre, V un point de l'équateur.

Ergo CD ⊤ C Δ ex $\left\langle \begin{matrix} 289 \text{ ⊤ } 1 \\ EC \text{ ⊤ } DO \end{matrix} \right.$ hoc eſt

ex $\left\langle \begin{matrix} 289 \text{ ⊤ } 1 \\ CD \text{ ⊤ } DO \end{matrix} \right.$, nam CD ∞ EC.

CD ⊤ CΔ = 289 CD ⊤ DO

1 ⊤ 289 = CΔ ⊤ DO

DO ⊤ CΔ = 289 ⊤ 1

OZ ⊤ ZC = 289 ⊤ 1

OC ⊤ CZ = 288 ⊤ 1

OC ⊤ OZ = 288 ⊤ 289

Ergo hinc forma ellipſeos per D conſtituendæ cognoſcitur. cujus latus tranſverſum ad rectum ut 288 ad 289, hoc eſt in qua CY ad CV ut $\sqrt{288}$ ad $\sqrt{289}$, hoc eſt ut $288\frac{1}{2}$ ad 289 proxime, hoc eſt ut 577 ad 278, proxime [conformément au réſultat du calcul du § 1: voyez le § 2].

Et punctum D in ſphæroide habebit elevationem poli 49°.5′.6″ [liſez 49°5′54″]. Eſt quidem punctum D et ſuperficies liquidi ibi collocati in ſphæroide per D deſcripta, centrumque habente C punctum, et rationem lateris transverſi ad rectum datam ac conſtanter eandem, ſed ſi aliud punctum in circumferentia ED π aſſignatur ut π, invenietur etiam hic ſuperficiem liquidi in ſphæroide eſſe, centrum C habente, et rationem lateris tranſverſi ad rectum eandem quam ſphæroides VDY, ſed non erit huic eadem ſed ſimilis, quippe quæ per π tranſibit manente eodem centro C.

Videndum ergo an poſita ellipſi VDY, et proportione KD ad DH ea quæ gravitatis abſolutæ ad vim centrifugam in D puncto, an inquam, ſumto alio in ellipſi eadem puncto ϑ, et facto ut ſicut DO ad $\vartheta\rho$ ita DH ad $\vartheta\lambda$, et $\vartheta\mu \propto$ DK, an tunc $\vartheta\zeta$ parallela $\mu\lambda$, occurrat ellipſi VDY ad angulos rectos.

Remarque ajoutée plus tard: Hoc non poterit fieri, quia pag. 13 (numération de Huygens, correſpondant à la p. 312 du Manuſcrit F) inventum eſt lineam hanc curvam non eſſe ellipſin. Sed hoc per æquilibrium canalium. Hoc tantum itaque poſſumus ut oſtendamus, in ſingulis terræ ſphæricæ punctis, aquæ ſuperficiem componi ſecundum ſuperficies ſphæroidum ſimilium circa centrum C et axem CYM conſtitutorum, quarum ſphæroidum forma ac proportio axium cognoſcitur. Et quia omnes vix a ſphæra telluris diverſæ ſunt, ſequitur ipſam hanc ſphæram ejuſmodi ſphæroidis formam affectare. quam tamen non perſecte aſſequitur. Fit enim alius naturæ curva atque ea uno caſu, cum nempe vis centrifuga ſub æquatore ponitur gravitati æqualis, ſit parabola [Fig. 106] ut apparet pag. 12 et 13 [8]).

[Fig. 106]

§ 5. Pedes $\frac{1}{2}$ diam. terræ 19600000 [9]).

$[\frac{19600000}{587} =]$ 33390. tot pedibus terræ ſemidiameter ſub æquatore ſuperat $\frac{1}{2}$ diametrum ad polos.

C'eſt apparemment par erreur que Huygens prend ici $\frac{1}{587}$ au lieu de la fraction trouvée $\frac{1}{578}$. Cette dernière lui aurait donné 33901 ou, ſi l'on veut, 33900 pieds.

[8]) Voyez les §§ 10 et 11 qui suivent.

[9]) D'après la „Mesure de la Terre" de 1671 de J. Picard la longueur mesurée d'un certain degré est de 57060 toises — comme Huygens le dira dans l'Appendice I qui suit — ou 6 × 57060 pieds, ce qui conduit, en supposant les longueurs de tous les degrés égales entr'elles, à une valeur d'à peu près 19615800 pieds pour le demidiamètre de la terre.

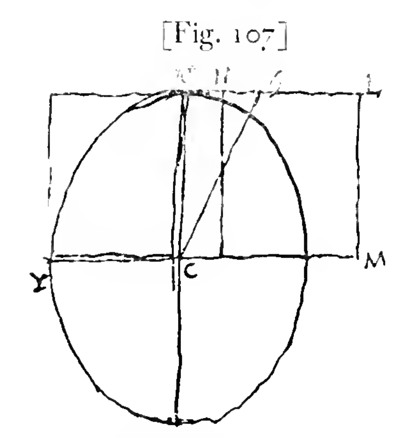
[$\frac{33390}{5000}$ =] $6\frac{2}{3}$ mill. anglic. [ou plutôt, pour $\frac{1}{5\cdot 7\cdot 8}$, 6.678 mill. angl.] [10]).

12 — 5 — $6\frac{2}{3}/2\frac{7}{9}$. tot milliaribus gallicis pedum 12000 [ou plutôt $2\frac{33}{40}$ ou 2.825 mill. gall.]

---

§ 6. Sit VL ∞ VC [Fig. 107] referens gravitatem absolutam, VG vim centrifugam in V puncto, sive diminutionem gravitatis [l'une et l'autre évidemment en grandeur, non pas en direction]. Erit LGCM gravitas tota canalis CV, sive □ NM, secta VG bifariam in N.

[Fig. 107]



Tota vero gravitas canalis CY est □ VY.

Ergo hæc æqualia, nempe □ VY et □ NM.

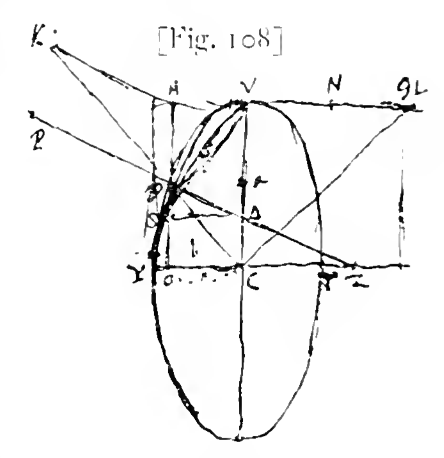
Ergo VN ∞ VC — CY. Ergo VG ∞ dupla differentiæ VC — CY.

Hinc si VC ∞ 2 CY, oportet vim centrifugam VG ipsi VL sive VC, hoc est, ipsi gravitati absolutæ æqualem esse.

Nulla ergo figura ex materia liquida gravi versus centrum et circa axem revoluta formari potest in qua semidiameter VC major sit quam dupla CY. Si enim esset ejusmodi, jam deberet vis centrifuga major esse gravitate absoluta, ac proinde gravia in V posita à centro C aufugerent.

§ 7. Cum KD ad DH [Fig. 108] ut gravitas absoluta ad vim centrifugam in D, tunc rectæ KH parallelum erit perpendiculum in D, nempe PD. Ideoque superficies liquidi in D sese componet ὀρθογωνίως ad PD.

[Fig. 108]



DK ∞ VC. DH ∞ $\frac{1}{2}$VG. Ergo KD ad DH ut gravitas absoluta ad vim centrifugam in D. D△ parallela KH deberet cum occurrere ellipsi ad angulos rectos [11]).

---

[10]) Comparez I. Newton „Philosophiæ naturalis principia mathematica” 1687, Prop. XIX du Lib. III: „cùm Terræ semidiameter mediocris juxta nuperam Gallorum mensuram, sit pedum Parisiensium 19616800 seu milliarium 3923, posito quod milliare sit mensura pedum 5000 ...”

[11]) Les équations écrites et celles qui suivent font voir que le cas particulier considéré par Huygens est le suivant. La terre est censée tourner avec une vitesse telle que la force centrifuge à l'équateur est pour tout corps égale au vrai poids. Suivant le § 6 l'axe CV [Fig. 108] serait alors le double de l'axe CY. Il est vrai que suivant la fin du § 4 la terre dans ce cas n'aurait pas la forme

$b + x$
$b - x$
$bb - xx \infty \frac{1}{4}bb$ DO — $\angle$C OC DO

qu. OC $\frac{3}{4}bb \infty xx$ $b - \sqrt{\frac{7}{16}bb}$ — $\sqrt{\frac{3}{4}bb}$ — b / OZ

qu. OD bb hoc [ſavoir OC : OZ] eſt ut latus tranſverſum ad rectum

$\frac{7}{4}bb \infty$ qu. DC . . . ſed DC ad C$\angle$ ut 2 ad 1.
Ergo qu C$\angle$ $\infty \frac{7}{16} bb$
Ergo $b - \sqrt{\frac{7}{16} bb}$ — b — 1 ad 4
$4b - \sqrt{7bb} \infty b$
$9bb \infty 7bb$ quod abſurdum. Ergo VDY non poteſt eſſe Ellipſis.

Si punctum D proxime ad Y accipiatur, *apparebit facile DO fieri duplam* ΔC. nam quia vis centrifuga in V ad eam quæ in D, ſicut VC ad DO hoc eſt ut KD ad DO (nam KD ſumitur ∞ VC) atque etiam ut KD ad DH, ideo DO ∞ DH. Sed ut KD ad DH ita DC ad C$\angle$. Et ſumpto puncto D proxime ad Y ſit KD dupla DC. Ergo tunc et DH dupla ΔC, ideoque et DO dupla $\angle$C. Ergo convexitas curvæ ad Y erit quanta circumferentiæ radio TY deſcriptæ.

Remarque apparemment ajoutée plus tard:

Curvæ YDV naturam æquatione expreſſam habemus folio ab hinc 4°. [12]) quæ angulum ad V cum recta CV facit 45 gr. Et cui ad datum punctum D tangens ducitur, ponendo ut VC ad CD ita ſit OZ ad CZ. Sed et aliter ut ibi oſtenditur. Imo curva hæc nihil aliud eſt quam parabola, vertice Y, axe YT. latus rectum ∞ 2CV.

---

d'un sphéroïde, mais cette remarque finale du § 4 date de plus tard. Ici Huygens suppose apparemment que même dans ce cas limite la forme sphéroïdale subsisterait. Et il admet de plus que la vraie pesanteur est la même en chaque point de la surface. Il s'agit d'examiner si, dans ces hypothèses, la résultante de la force centrifuge et de la pesanteur en un point donné de la surface est normale à cette dernière; ce qui paraîtra ne pas être le cas, de sorte que l'ensemble des hypothèses se montrera inadmissible.

Le point choisi D est tel que DO = b = la moitié de VC ou $2b$, l'axe CY étant égal à b. La force centrifuge en D est donc la moitié de celle en V, autrement dit la moitié du vrai poids en D (ou ailleurs): DH = $\frac{1}{2}$KD (ou $\frac{1}{2}$VC). — VL (ou VG) est dans la Fig. 108 égale à VC comme dans la Fig. 107; mais ceci n'importe guère. — Le triangle CDΔ est semblable au triangle DKH, donc „DC ad CΔ ut 2 ad 1". Quant à l'équation $\frac{3}{4}bb \infty xx$, d'où résulte $\frac{7}{4}bb \infty$ qu. DC, elle provient, peut-on dire, de l'équation de l'ellipse $\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{4b^2} = 1$ en y prenant y (ou OD) = b, de sorte que, pour x = OC, $x^2 = \frac{3}{4}b^2$.

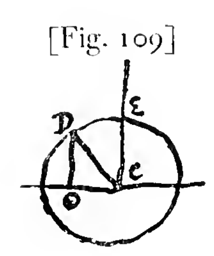
Or, en supposant ΔD normale à l'ellipse, on aurait DS: DO = $b^2 : 4b^2$ (rapport des carrés des axes) — nous avons ajouté la lettre S à la figure — ce qui, en prenant DS = $b - \Delta$C = $b - \sqrt{\frac{7b^2}{16}}$, conduit à l'équation absurde „$9bb \infty 7bb$".

§ 8. Longueur du pendule ſous le pole a celle du pendule ſous l'equateur comme 289 ad 288.

En laiſſant donc le pendule ſous l'equateur de 289 au lieu de 288, il ira trop lentement, et le nombre de ſes vibrations en 24 heures au nombre des vibrations qu'il feroit s'il eſtoit de 288, ſera comme $\sqrt{288}$ ad $\sqrt{289}$. C'eſt a dire comme 288 à $288\frac{1}{2}$ aſſez pres ou comme $288\frac{1}{2}$ a 289 ou comme 577 a 578.

578 — 577 — 86400 | $86250\frac{1}{2}$

[Fig. 109]



Donc ſi, eſtant de 288, il faut 86400 vibrations en 24 heures, qui feront autant de ſecondes, il ſera, eſtant de 289, $86250\frac{1}{2}$ vibrations en 24 heures. C'eſt a dire qu'il retardera de $149\frac{1}{2}$ ſecondes, qui font aſſez pres $2\frac{1}{2}$ min.

§ 9. Latitudo Paris. 48.51′50″ a Notre Dame.

Ex regula. Sicut qu. EC ad qu. DO [Fig. 109] ita diminutio penduli in E ad diminutionem ejus in D [13]).

20.0000 l. qu. radij
s. { 19.63650 l. qu. ſin. compl. 48°.51′
s. { - 2.46090 l. $\frac{1}{289}$
17.17560
s. ex 20.00000
- 2.82440 l. $\frac{1}{668}$ accourciſſement a Paris [14]).

ſuivant ma règle
20.00000
19.63650 ∞ bis 9.81825 l. s. c. 48°.51′.
2.17609 l. 150
1.81259 l. 65″ ſive 1′.5″ retardement [en un jour] a Paris. [15]).

[Longueur du pendule à Paris] 3 p[ieds]. 0 [pouces]. $8\frac{1}{2}$ li[gnes]

$440\frac{1}{2}$ lig. pendule a Paris
$\frac{2}{3}$
$441\frac{1}{6}$ li. pendule ſous le pole
$1\frac{1}{2}$ accourciſſement ſous l'equateur
$439\frac{2}{3}$ lig. pendule ſous l'equateur
$440\frac{1}{2}$
$\frac{5}{6}$ lig. exces du pendule a Paris ſur celuy ſous l'equateur. et tant ſoit peu d'avantage. Mr. Richer avoit trouvè $1\frac{1}{4}$ lig. [16]).

Dans l'alinéa qui suit cette dernière équation Huygens fait une autre hypothèse sur la position du point D. La recherche du rayon de courbure en Y fait voir que la courbe VSY ne peut être une ellipse.

[12]) § 10 et suiv.

[13]) Voyez sur cette règle l'Avertissement qui précède.

[14]) Appelant x l'accourcissement à Paris et β la latitude de cette ville, on a d'après la règle $x : \frac{1}{289} = DO^2 : EC^2$, donc $x = \frac{1}{289} \cos^2\beta$, d'où $\log x = 2 \log \cos\beta + \log \frac{1}{289} = -2.82440$.

9.78934 l. qu. fin. compl. 52°
2

19.57868
2.46090 [l. 289]

17.11778
20.00000

2.88222 . . $\frac{1}{763}$ [accourciffement du pendule à la latitude 52°]

[Fig. 110]



c numerus vibrationum AC penduli [Fig. 110]. [AC = *b*, AB = *a*].

$a \quad \sqrt{ab} \quad c \Big/ \frac{c\sqrt{ab}}{a}$ numerus vibrationum AB.

$a - a - \sqrt{ab} \quad c \Big/ c - \frac{c\sqrt{ab}}{a}$

Suivent des calculs fur le retardement du pendule pour toutes les latitudes de 1° à 89°. Ils font analogues à celui pour le retardement à Paris. P.e. pour 52°:

52° 9,78934
2

19.57868
2.17609 [l. 150]

1.75477 l. 57 [donc un retardement journalier de 57″ à la latitude de 52°].

Nous avons fait mention aux p. 639 et fuiv. du T. XVIII des obfervations de Huygens dans les pages fuivantes du Manufcrit F fur le rapport de de Graaf fur l'expédition de 1686—1687 au Cap de Bonne Efpérance,

---

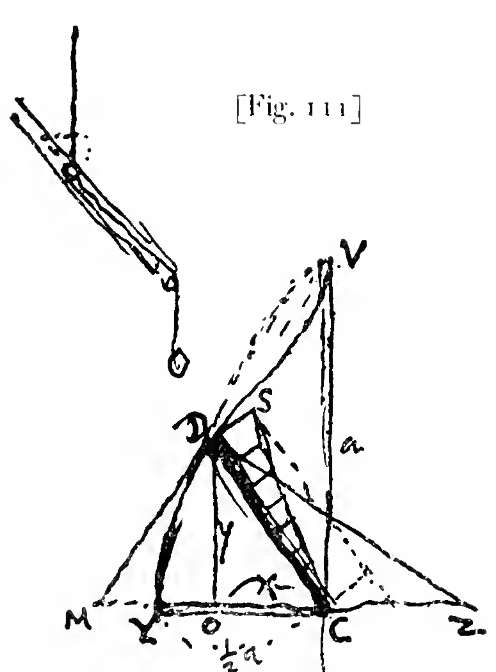
15) Lorsqu'on transporte à l'équateur une horloge marchant bien au pole, la longueur du pendule restant par hypothèse la même, elle retardera en un jour de $\frac{60.60.24}{2.288}$ ou 150″, ce qui d'ailleurs a été calculé au § 8. Ailleurs le retardement journalier sera de 150 cos² β secondes.

16) Voyez sur l'observation de Richer la note 3 de la p. 376 qui précède où nous renvoyons aussi à l'Appendice II de la p. 405 qui suit.

§ 10 [17]). 3 Dec. 1687. Sit YC ∞ b. CV ∞ x [l'un et l'autre apparemment dans une figure analogue à la Fig. 111; dans la Fig. 112 Huygens prendra YC ∞ b]. p vis centrifuga in V æqualis gravitati absolutæ.

$$\frac{px - \frac{1}{2}px \infty bp}{x \infty 2b}$$

[c. à. d. CV = 2YC. Fig. 111]



[Fig. 111]

Cum ponatur vis centrifuga in V æqualis gravitati absolutæ: erit $\frac{1}{2}px$ vis centrifuga canalis VC. quæ ablata à pondere canalis CV, quod est px, relinquitur $\frac{1}{2}px$ pro pressione canalis VC versus C, quæ æqualis debet esse pressioni canalis VC versus C, quæ æqualis debet esse pressioni canalis YC versus C, quæ est bp. Hinc fit CY ∞ $\frac{1}{2}$CV. Ita semper sequitur ratio CV ad CY ex data ratione vis centrifugæ in V ad pondus absolutum.

Sit a ∞ VC [Fig. 111]. p pondus absolutum cui æqualis vis centrifuga in V puncto.

a —— y —— $p \Big/ \frac{py}{a}$ vis centrifuga in D.

Potuissem ponere a etiam pro pondere absoluto, loco p.

$$\overset{\text{DC}}{\sqrt{xx+yy}} \text{ —— } \overset{\text{DO}}{y} \text{ —— } \frac{py}{a} \Big/ \frac{pyy}{a\sqrt{xx+yy}}$$

momentum gravitatis quod vis centrifuga in D, in canali DC, aufert a pondere absoluto tendente versus C. Sit DS hoc momentum ratione CV ponderis absoluti. Jam in punctis intermedij canalis DC erit hoc momentum ut applicatæ in △° CDS.

Pondus absolutum minus $\frac{1}{2}$ DS ducitur in DC: tumque hoc productum efficit totum pondus aquæ in canali DC, premens versus C: quod æquari debet ponderi YC canalis versus C prementis in quo nulla vis centrifuga unde hoc pondus fit ex YC ducta in p seu VC [18]).

Ex pressione æquali in canalibus DC, YC quæsivi punctum D in curva YDV, ponendo CO ∞ x et OD ∞ y, unde fit æquatio naturam curvæ exprimens. Huic curvæ tangentem ex methodo duxi MD, fit OM $\frac{-y^4 + aayy}{2aax}$.

---

[17]) Les §§ 10—14 sont empruntés aux p. 311—314 du Manuscrit F.

[18]) Ou plutôt: p *aurait été* égale à VC, si Huygens avait pris „a pro pondere absoluto".

Calcul:

$$\left.\begin{array}{l} p - \frac{1}{2}\frac{pyy}{a} \quad \sqrt{xx+yy} \\ DC \quad \sqrt{xx+yy} \end{array}\right\} \text{m.}$$

$$p\sqrt{xx+yy} - \frac{1}{2}\frac{pyy}{a} \infty \frac{1}{2}ap$$

$$\sqrt{xx+yy} \infty \frac{\frac{1}{2}aa + \frac{1}{2}yy}{a}$$

$$y^4 - 2aayy - 4aaxx + a^4 \infty 0$$

Ajouté un peu plus tard

$$y^4 - 2aayy + a^4 \infty 4aaxx$$

$yy - aa \infty 2ax$ Parabola

d'où se tire la soustangente OM écrite plus haut suivant la règle que Huygens démontre dans la Pièce académique de 1667 [19]).

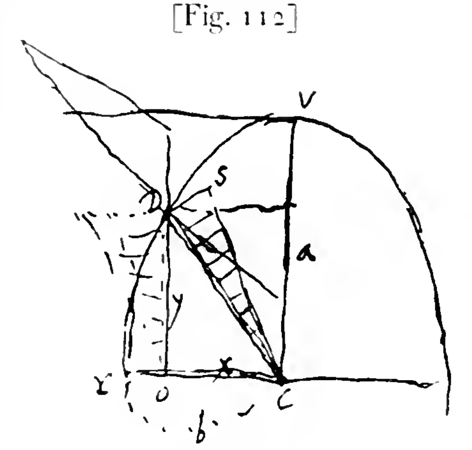
$$\begin{array}{cccc} OM & OD & OD & OZ \\ \frac{-y^4+aayy}{2aax} & \text{——}\ y & y & \sqrt{\frac{2aax}{-yy+aa}} \end{array}$$ ZD étant normale à la courbe.

$$\begin{array}{cccc} VC - DC & VC & CO & OZ \\ a - \sqrt{xx+yy} & \text{——}\ a & \text{——}\ x & \frac{2aax}{-yy+aa} \end{array}$$

Ajouté plus tard: Hæc omnia brevius poterant peragi si animadvertissem parabolam esse.

§ 11 [20]). Hic quasi tota Tellus ex aqua composita esset ponimus. Et aquas canalium DC, CY [Fig. 112] sese mutuo sustinere seu æquilibres esse ut altera alteram non pellat loco.

[Fig. 112]



In Canali CY nulla est aquæ vis centrifuga. At in canali CD; quæ quantum faciat ad premendum secundum CD, et pro particularum distantia ab axe CY, consideravimus in hoc calculo. Vis centrifuga aquæ in canali CD contentæ æquatur necessario vi centrifugæ aquæ si impleatur ea canalis DO, quæ est $\frac{1}{2}\frac{nyy}{a}$ (p pondus absolutum. CV ∞ a. n vis

---

[19]) „Regula ad inveniendas tangentes linearum curvarum", T. XX, p. 243—255.

[20]) Dans ce § il n'est plus supposé, comme au § 10, que la force centrifuge à l'équateur soit égale à la pesanteur.

centrifuga in V), ut facile apparet si imaginemur quasi particulæ canalis DO singulæ in suas vires centrifugas ducantur, hoc enim idem est ac si dimidia DO ducatur in vim centrifugam extremæ particulæ D.

a — y — $n \big/ \frac{ny}{a}$ vis centrifuga in D, secundum OD.
DC DO

$\sqrt{xx+yy}$ — y — $\frac{ny}{a} \Big/ \frac{nyy}{a\sqrt{xx+yy}}$ DS vis centrifuga in D secundum canalem CD [comme au § 10] m.

$\frac{1}{2}\sqrt{xx+yy}$

$\frac{\frac{1}{2}nyy}{a\sqrt{xx+yy}}$ vis centrifuga CD

$p\sqrt{xx+yy}$ est pondus ex gravitate in canali DC. $\frac{1}{2}\frac{nyy}{a}$ pressio reliqua canalis DC.

$$p\sqrt{xx+yy} - \tfrac{1}{2}\frac{nyy}{a} \infty bp \text{ pondus canalis YC.}$$

$$p\sqrt{xx+yy} \infty bp + \tfrac{1}{2}\frac{nyy}{a}$$

$$xx+yy \infty bb + \frac{bnyy}{ap} + \tfrac{1}{4}\frac{nny^4}{aapp}$$

Sit $p \infty a$ [21]) $a^4xx + a^4yy \infty a^4bb + bnaayy + \frac{1}{4}nny^4$

$$xx \infty bb - yy + \frac{bn}{aa}yy + \tfrac{1}{4}\frac{nny^4}{a^4}$$

Natura curvæ $\sqrt{xx+yy} \infty b + \frac{1}{2}\frac{nyy}{aa}$ sive $\sqrt{xx+yy} - \frac{1}{2}\frac{nyy}{aa} \infty b$. $xx \infty$ qu. $\overline{b + \frac{1}{2}\frac{nyy}{aa}} - yy$. Bon. Hinc enim, si $y - a$, fit $b \infty$ VC $- \frac{1}{2}n$, sive $b \infty a - \frac{1}{2}n$.

Sit $n \infty \frac{1}{2}a$. fit $b \infty \frac{3}{4}a$ quia $b \infty a - \frac{1}{2}n$ quando $y \infty a$. fit $xx \infty$ qu. $\overline{b + \frac{1}{4}\frac{yy}{a}} - yy$.

Sit $y \infty \frac{99}{100}a$. $yy \infty \frac{9801}{10000}aa$. fit $x \infty \frac{1}{8}a$ proxime. Ergo cum y fere æqualis a sit x major quam $\frac{1}{8}a$. Ergo figura jam tunc ad verticem V rotunditatem habet quando virtus centrifuga $\infty \frac{1}{2}$ ponderis absoluti.

---

[21]) Comparez la note précédente. Ici Huygens prend „a = pondus absolutum", ce qu'il ne fait plus dans les dernières lignes de ce § ni dans les §§ 12 et 14.

$\sqrt{xx + yy} \infty b + \frac{\frac{1}{2}nyy}{ap}$ sed $b \infty a - \frac{1}{2}\frac{an}{p}$ quia $ap - \frac{1}{2}an \infty bp$, hoc est quia pressio canalis VC debet æquilibris esse canali CY.

Ergo $\sqrt{xx + yy} \infty a - \frac{\frac{1}{2}an}{p} + \frac{\frac{1}{2}nyy}{ap}$. Ita non opus est b.

Hic si $n \infty p$ fit $\sqrt{xx + yy} \infty \frac{1}{2}a + \frac{1}{2}\frac{yy}{a}$, unde parabola ut videre est pag. 12 [c. à. d. à la p. 311 du Manuscrit F, § 10 qui précède]. cujus latus rectum $\infty 2a$. vertex Y. axis YC.

§ 12. $xx \infty aa - \frac{aan}{p} + \frac{1}{4}\frac{aann}{pp} + \frac{nyy}{p} - \frac{1}{2}\frac{nnyy}{pp} + \frac{1}{4}\frac{nny^4}{aapp} - yy$. Natura curvæ melius quam pag. præcedenti. Cette équation provient de la substitution de $a - \frac{1}{2}\frac{an}{p}$ à b dans l'équation du § 11 $xx + yy = bb + \frac{bnyy}{ap} + \frac{1}{4}\frac{nny^4}{aapp}$.

Si n minima, fit $xx \infty aa - yy$ fere, hoc est circulus proxime.

Sit $n \infty \frac{1}{2}p$. fit $xx \infty \frac{9}{16} aa - \frac{5}{8} yy + \frac{1}{16}\frac{y^4}{aa}$. Sit $y \; \frac{99}{100} a$. $xx \infty \frac{9}{16} - \frac{49005}{80000} + \frac{89003601}{1600000000}$

$xx \infty \frac{8903601}{1600000000}$

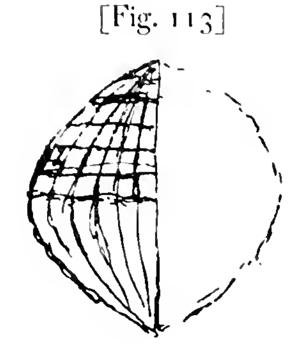
$x \infty \frac{3}{40}$. Et y ad $x \infty 1$ ad $7\frac{1}{2}$.

Si $\frac{n}{p} \infty \frac{1}{100}$ vel similis fractio exigua fit $xx \infty \frac{99}{100} aa - \frac{99}{100} yy$ proxime. Ellipsis.

Si $\frac{n}{p} \infty \frac{1}{289}$ fit $xx \infty \frac{288}{289} aa - \frac{288}{289} yy$. Ellipsis cujus latus rectum ad transversum ut 288 ad 289. Ideoque axis minor ad majorem ut $288\frac{1}{2}$ ad 289 proxime, hoc est ut 577 ad 578.

§ 13. Pour faire une Carte Platte du demy globe de la Terre dans laquelle les degrez des meridiens seront egaux entre eux et aux degrez de l'Equateur. Et dans chaque parallele les degrez aussi egaux et dans la vraije proportion aux degrez de l'Equateur.

[Fig. 113]



On placera facilement dans cette carte [Fig. 113] chaque lieu en sa longitude et latitude.

On aura sur une mesme escelle les lieues de leur longitude. Celles des Latitudes auront pour escelles la partie de leur meridien comprise entre les paralleles qui enferment ces lieux [22]).

[22]) „Projection de Flamsteed", comme nous le disons aussi dans l'Avertissement.

Les quarrez feront de 10 degrez.

Cette carte pourra reprefenter affez bien la figure des Terres. mais celle qui eft avec des meridiens paralleles et les degrez de Latitude croiffants fuivant les fecantes des latitudes [23]) font plus commodes pour prendre la longitude et latitude des lieux qui y font marquez et ils ont les rumbs [24]) exprimez par des lignes droites.

§ 14. $$xx \infty aa - yy - \frac{aan}{p} + \frac{nyy}{p} + \frac{1}{4}\frac{aann}{pp} - \frac{1}{2}\frac{nnyy}{pp} + \frac{1}{4}\frac{nny^4}{aapp}$$

Sit $az \infty yy$

$$\frac{4ppxx}{nn} + \frac{4ppaz}{nn} - \frac{4apz}{n} + 2az - \frac{4ppaa}{nn} + \frac{4paa}{n} - a^2 \infty zz$$

Sit $\frac{ap}{n} \infty f$

$\frac{p}{n} \infty \frac{f}{a}$

$$2az - 4fz + \frac{4ffz}{a} - 4ff + 4fa - aa + \frac{4ffxx}{aa} \infty zz \text{ hyperbola.}$$

Si $f \infty a$ [c. à. d. fi la force centrifuge à l'équateur eft égale à la pefanteur] fit

$$2az - aa + 4xx \infty zz$$

$$a - 2x \infty z$$

$$aa - 2ax \infty yy \quad \text{parabola [comparez le § 10].}$$

Sit $n \infty \frac{1}{2}p$. ergo $a \infty \frac{1}{2}f$, $2a \infty f$.

$$10az - 9aa + 16xx \infty zz$$

$$5a - \sqrt{16aa + 16xx} \infty z$$

$$5a - 4\sqrt{aa + xx} \infty z \quad \text{hyperbola. bon.}$$

23) C'est ce qu'on appelle généralement la projection de Mercator. Comparez sur cette projection l'Appendice III qui suit.

24) Ou loxodromes.

APPENDICE I

AUX CONSIDÉRATIONS ULTÉRIEURES SUR LA FORME DE LA TERRE [1]).

[1687 ou 1688]

Le present Appendice a été mentionné dans la note 9 de la p. 393 qui precède.

57060 toifes de Paris à un degrè de l'Equateur felon M. Picard [2]).

55021 toifes de Paris à un degrè ——— felon Snellius, ex Picardo [2]).

6538594 toifes diameter terræ Picardo

3

19615782 pedes parifienfes femidiametri terræ, Picardo.

19595154 pedes parifienfes $\frac{1}{2}$ diam. terræ Snellio.

144

2821702176 lineæ femid. terræ

$440\frac{1}{2}$ lineæ penduli fecundorum

1242959808528. La racine carrée de ce nombre eft 1114881.

$440\frac{1}{2}$ —— 1114881 —— fecond. 1 / 2531

2

5062 . . . 1 h. 24 . 22

tempus duarum vibrationum penduli æqualis femidiametro terræ fecundum Snellij menfuram.

1 h. 25 .54 tempus idem fecundum menfuram Picardi.

h h

24 —— 1.25 .54 —— 86400 —— 5154.

Le quotient de $(86400)^2$ par $(5154)^2$ eft 281. Donc: $\frac{1}{281}$ diminutio gravitatis fub Aequatore fecundum menfuram Picardi.

---

[1]) Manuscrit F, p. 315. Cette Piéce — où il n'est question que de la grandeur de la diminution de la gravité auprès de l'équateur par l'effet de la force centrifuge dans le cas d'une terre parfaitement sphérique — fait suite aux Considérations de 1687 sur la forme de la terre: elle date soit de décembre 1687 (voyez le début du § 10), soit du commencement de 1688: la date du 27 mars 1688 se trouve à la p. 320 du Manuscrit.

[2]) Ces valeurs se trouvent en effet dans la „Mesure de la Terre" de Picard déjà mentionnée dans la note 9 de la p. 393 qui précède et antérieurement.

Les pages fuivantes 316—319 du Man. F. contiennent des calculs fe rapportant a des horloges. Il eft queftion de l'expédition de 1686—1687 au Cap de Bonne Efpérance, déjà mentionnée par nous à la fin du § 9 qui précède.

C'eft ici qu'on trouve (p. 316) la phrafe déjà publiée dans la note 9 de la p. 178 du T. XX: Te gelyck de Lengden gevonden en een bewijs van 't draeyen der aerde. 'T eenigh waernemelijk effect van dit draeijen. C. à. d.: Trouvé fimultanément les longitudes et une preuve de la rotation de la terre. Seul effet obfervable de cette rotation.

Huygens y dit auffi (même page): Als men de grootheyt der aerde naar Picardi maete neemt, komt de wegh nae de horologien ietwes dichter bij die van de ftuyrluijden, en evenwel in de lengde tuffchen de Caep en Texel geen merckelyck verfchil. C. à. d. Si l'on prend la grandeur de la terre d'aprés la mefure de Picard, la route indiquée par les horloges fe rapproche un peu plus de celle des pilotes; cependant cela ne fait pas de différence appréciable pour la longitude entre le Cap et Texel.

APPENDICE II

AUX CONSIDÉRATIONS ULTÉRIEURES SUR LA FORME DE LA TERRE [1]).

[1688]

Le préfent Appendice a été mentionné dans la note 16 de la p. 397 qui précède.

Nov. 88.

Dans les Obfervations phyfiques et mathématiques des P. Jefuites faites a Louveau au royaume de Siam. 1686. la longueur du Pendule fimple de 36 pouces 6 lignes tout au plus apres plufieurs experiences. La remarque dit que la mefme longueur a efté trouvée par M. Varin en l'ifle de Goree proche le Cap Verd, qui eft environ fous le mefme parallele que Louveau.

La différence des Meridiens entre Paris et Louveau eft de 6h. 34.46. partant la difference des Longitudes $98^d.41\frac{1}{2}'.0''$. La longitude de Paris depuis l'ifle de Ferro eft fuppofée de $22^d.30'.0$ d'ou la Longitude de Louveau fera de $121^d.11\frac{1}{2}'.0$. Il y a des cartes modernes qui font cette Longitude de 145 degrez. Hauteur du Pole de Louveau $14^d.42'.30''$.

---

[1]) Manuscrit F, p. 327.

APPENDICE III

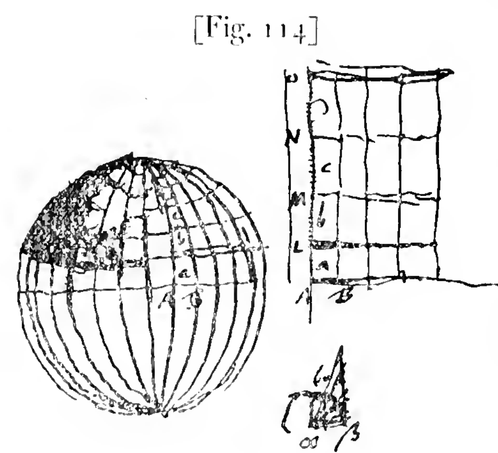
AUX CONSIDÉRATIONS ULTÉRIEURES SUR LA FORME DE LA TERRE [1]).

[1685]

Le présent Appendice, antérieur en date, se rattache au § 13 qui précède. Il traite de la projection de Mercator laquelle se rapporte — est-il besoin de le dire? — au cas d'une terre sphérique.

In de Caerten met wassende graden [Fig. 114] — comparez la note 7 de la p. 388 qui précède —, sijn de ruijten van meridianen en parallelen gemaeckt gelijcformigh aen de ruijten door de selve op de globe gemaeckt. te weten als men de ruyten quasi minimas considereert.

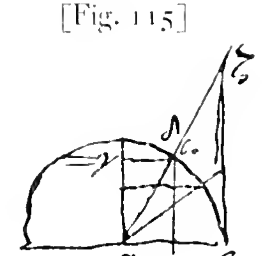
[Fig. 114]



De meridianen werden in deze caerten parallel gestelt, daerom de stucken der parallele circelen vergrootingh krijghen, als bij exempel die 60 gr. van den aequator af sijn werden dubbel van t geen hij was [2]), daarom moet de hooghte van de ruijten op die parallel circel oock verdubbelt werden, dat is 2 mael soo hoogh sijn als de ruijten op den æquator *a* die vierkant sijn. Want soo sullen die ruijten gelijckformigh sijn aen die van de globe op dese paralleles, alhoewel veel grooter. Hierdoor komen alle streecken recht in plaets van de kromme streecken [3]) tot groot gemack in t vaeren.

De stukken nu der parallelen als $\gamma\delta$ [Fig. 115] werdende vergroot nae de proportie van de radius $\alpha\beta$ of $\alpha\delta$ tot de radius $\gamma\delta$, soo werden oock de hooghten der ruijten naer de

[Fig. 115]



[1]) Manuscrit F, p. 211.

[2]) Les cinq derniers mots ont été ajoutés après coup. Lisez plutôt: „van 't geen sij waren".

[3]) Les rumbs ou loxodromes. Comparez la p. 237 du T. XVII.

ſelve vergroot dat is nae de reden der ſecans $\zeta\alpha$ tot den radius $\alpha\beta$. Daerom als men den radius $\alpha\beta$ gelijck ſtelt aen AB de wijdte van een graed der æquinoctien, ſoo is $\alpha\zeta$ de hooghte der ruijte die op de plaetſe der parallel $\gamma\delta$ moet komen, en ſoo overal, volgens de tangenten der boghen tuſſchen ieder parallel en den æquinoctiael.

Om dat de diſtantien vergrooten hoe verder van den æquator hoe meerder ſoo is noodigh om die in mylen te konnen afpaſſen, dat men een ſchale hebben tot deſe reductie, waer toe beſt is ieder hooghte van ruyt als AL, LM, MN in 15 gelijcke deelen te deelen, als ieder hooghte een graed begrijpt, want dan ieder deel een duytſche mijl is en deſe waſſende deelingen dienen tuſſchen ieder 2 parallelen voor de begeerde ſchale.

Men kan deeſe ſchale oock netter verdelen volgens de differentien der vervolgende ſecanten van 4 tot 4 minuten.

APPENDICE IV

AUX CONSIDÉRATIONS ULTERIEURES SUR LA FORME DE LA TERRE.

[1688 et 1689] [1])

Calcul, inſpiré par les „Philoſophiæ Naturalis Principia Mathematica" de Newton, ſur les grandeurs de la peſanteur à la ſurface du ſoleil et de la planète Jupiter et ſur la valeur de la force centrifuge, cauſe de l'aplatiſſement, à l'équateur de cette dernière.

Huygens commence par vérifier dans ce que nous appelons le § 1, le fait que, ſuivant la loi de l'attraction de Newton, la peſanteur de la lune eſt égale à la grandeur de la force centrifuge réſultant de ſon mouvement autour de la terre.

§ 1. Vim Centrifugam Lunæ æquipollere ipſius gravitati in regione ſua qua verſus Terram nititur. Ex Neutono, cujus calculus cum hoc meo convenit. vid. pag. 406 [2]).

Periodus lunæ ad fixas dierum 27. hor. 7. min. 43. Terræ circa Solem dierum 365. h. 6. m. 9'.

Diſtantia lunæ ſemidiametrorum terræ 60. Vis centrifuga corporum ſub æquinoctiali circulo eſt $\frac{1}{289}$ gravitatis eorum.

Gravitas in terram decreſcere ponatur in ratione contraria quadratorum a diſtantijs a centro, quoniam hoc idem circa planetarum gravitationem verſus ſolem ponendo, ſequitur eorum in ſuis cuique orbitis æqualem eſſe vim centrifugam dictæ in ſolem gravitati, unde manent in orbitis ſuis. quas ellipticas eſſe oſtendit Neutonus, obſervavit Ceplerus.

Si luna 24 horis periodum abſolveret, eſſet ejus vis centrifuga ſexagecupla vis centrifugæ corporum ſub æquinoctiali. Sed eſt ea periodus d. 27.h.7. min. 43'.

Ergo ad terræ revolutionem proximè ut $27\frac{1}{3}$ ad 1. Et quadrata ut $747\frac{1}{9}$ ad 1.

Ergo vis centrifuga Lunæ ad vim centrifugam corporum ſub æquatore ut $\frac{60}{747}$ ad

[1]) La Pièce — dont nous avons déjà parlé à la p. 251 du T. XVI — eſt empruntée aux f. 3, 4, 24 et 25 du Manuscrit G. Le début date de novembre ou décembre 1688, puisque la dernière date qui se trouve dans le Manuscrit F est Nov. 88 (p. 327), tandis que la première du Manuscrit G (p. 8r) est 20 Dec. 1688. Mais les §§ 6 et 7 sont de 1689.

[2]) A la p. 406 de la première édition de l'oeuvre de Newton se trouve la Prop. IV. Theor. IV du Liber Tertius („De Mundi Systemate"): Lunam gravitare in terram, & vi gravitatis retrahi semper à motu rectilineo, & in orbe suo retineri".

1. Atqui vis centrifuga sub æquatore est $\frac{1}{289}$ gravitatis ex tractatu nostro de Causis gravitatis. Ergo vis centrifuga lunæ est ad gravitatem corporum sub æquatore ut $\frac{1}{289}$ in $\frac{60}{747}$ ad 1. Hoc est ut $\frac{1}{3599}$ ad 1, hoc est proximè $\frac{1}{3600}$ ad 1.

Sed gravitas in regione lunæ ad gravitatem in terrestri æquatore est itidem ut $\frac{1}{3600}$ ad 1, quia decrescit in ratione contraria quadratorum a distantijs, quarum distantiarum ratio est quæ 60 ad 1. Itaque vis centrifuga Lunæ æquatur prorsus ejus gravitati qua versus terram deprimitur, ac proinde in orbita sua permanet.

§ 2. Ad quærendam gravitatem corporum quæ in superficie Jovis versus centrum ejus.

Ponamus cum Neutono terræ $\frac{1}{2}$ diametrum ex Sole videri 20″ [A la p. 1 v du Manuscrit Huygens ajoute: Si terræ diameter ex Sole est 20 erit distantia proxime 10000 diametrorum terræ [3]]. Etsi ego longe minorem pono, saltem duplo [3]).

Jovis $\frac{1}{2}$ diametrum ex Sole 19″.

Est autem ex temporibus periodicis distantia Jovis a sole ad distantiam terræ a Sole ut 52 ad 10. Satellitis extimi periodus dierum $16\frac{3}{4}$. Distantia maxima a Jove ex Sole 8′13″.

Datur vis centrifuga Lunæ $\frac{1}{3600}$ gravitatis terrestrium. Datur et ratio vis centrifugæ extimi satellitis Jovis ad vim centrifugam lunæ. Ergo datur ratio vis centrifugæ hujus satellitis, quæ eadem est gravitati ejus in Jovem, ad gravitatem in superficie Terræ. Sed datur etiam ratio gravitatis in Jove ad gravitatem dicti satellitis. Ergo datur et ratio gravitatis in superficie Jovis ad nostram hanc in Terra.

ratio distantiæ terræ a ☉	distantiam Jovis a ☉	distantia satellitis	
10 ——	52 ——	8′13 (493″)	2563″ distantia satellitis ex Sole si apud terram esset positus Jupiter

20″ terræ $\frac{1}{2}$ diameter ex ☉
60
―――
1200″ semidiameter orbis lunæ ex ☉

2563″ —— 1200 —— ita esset vis centrifuga satellitis a Jove ad vim centrifugam lunæ a Terra, si luna, ut ipse, periodum expleret diebus $16\frac{3}{4}$. Sed est lunæ periodus dierum $27\frac{1}{3}$.

$27\frac{1}{3}$ $16\frac{3}{4}$ dies periodus extimi Jovialium. ratio diametrorum 2563 —— 1200
$27\frac{1}{3}$ $16\frac{3}{4}$
$747\frac{1}{9}$ $280\frac{9}{16}$ ratio quadratorum periodorum inversa $747\frac{1}{9}$ —— $280\frac{9}{16}$
[produits] 1914846 —— 336600

[3]) Voyez le début du § 3 qui suit, ainsi que celui du § 5.

Ergo nunc ſunt ut 1914846 ad 336600. Ergo ſic quoque gravitates utriuſque in Jovem ac Terram. Sed Satellitis gravitas verſus Jovem eſt ad gravitatem corporum in Jovis ſuperficie ut 390 [carré de $19''\frac{3}{4}$. $\frac{1}{2}$ diameter Jovis ex Sole] ad 243049 [carré de 493", diſtantia ſatellitis a Jove, ex Sole]. Et gravitas lunæ ad gravitatem corporum in ſuperficie Terræ ut 1 ad 3600.

390 —— 243049 [1914846 ou] 1915000/1193433 gravitas in Jove

1 —— 3600 [336600 ou] 337000/1213200 gravitas in Terra

11934 —— 12132 —— $1\frac{1}{60}$ ad 1 [liſez 1 ad $1\frac{1}{60}$]

Ergo tantillo major [liſez: minor] tantum in Jove quam Terra. Sed ex veris diametris alia proportio orietur.

§ 3. Eadem gravitas in Jove verioribus diametris Jovis et Solis.

Sit 10" Terræ $\frac{1}{2}$ diameter ex ☉ ſeu parallaxis horizontalis ☉, ſecundum Caſſinum quæ ſecundum nos paulo minor [4]).

1914846 (ut pag. præc.) —— 168000 [produit de 600 par $280\frac{9}{16}$ ou plutôt 280]

52 —— 42 —— 60'. diameter ♃ ex terra. cum ſoli oppoſitus / $48\frac{1}{2}$. diameter ♃ ex ☉

$24\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ diam. ♃ ex ☉

$24\frac{1}{4}$

588 pro 390

pag. præc.

588 —— 243049 1915/791562½ gravitas in Jove

1 —— 3600 168/604800 gravitas in terra.

Ergo gravitas in Jove ad gravitatem in Terra ut $1\frac{3}{10}$ ad 1 circiter.

§ 4. Quanta ſit vis centrifuga in Jove (comparez le § 6 qui ſuit).

---

[4]) A la p. 327 du Manuscrit F, qui porte la date Nov. 88, Huygens écrit:

La parallaxe du Soleil diſtant du Zenit de 22°. 39'. 15" eſt de 4", ſelon que Mr. Caſſini l'a eſtablie par diverſes methodes dans l'examen des obſervations faites à la Cayene et a Paris en meſme temps [voyez la p. 331 qui précède]. La meſme parallaxe quand le ſoleil eſt diſtant du Zenith de 37°. 29'. 20" eſt de 6", d'ou reſulte la Parallaxe horizontale du Soleil de 10" 18'". C'eſt a dire que la diſtance du Soleil a la Terre ſera de 20914 demidiametres de la Terre, qui ſelon mon calcul dans mon Syſteme de Saturne eſtoit de 24000 demidiametres [comparez la p. 308 qui précède, où nous avons dit que chez Huygens en 1659 la parallaxe horizontale du soleil etait de 8". 2, meilleure valeur que celle de Caſſini qu'il adopte ici].

	52	10 ratio distantiarum a Sole Jovis et terræ.
	$24\frac{1}{4}$	10 ratio apparentium diametrorum ex sole.
[produits]	1261	100 ratio diametri Jovis ad diametrum terræ.
	576	100 ratio inversa quadratorum temporum periodicorum.
[produits]	726336	10000 ut 73 ad 1 ratio vis centrifugæ in Jove ad vim centrifugam in Terra.

Sed vis centrifuga in Terra, nempe sub æquatore, est $\frac{1}{289}$ gravitatis corporum. Ergo vis centrifuga sub Jovis æquatore erit $\frac{73}{289}$ nostræ in terra gravitatis. Et $\frac{73}{376}$ ⁵) gravitatis in Jove, hoc est fere $\frac{1}{5}$.

§ 5. Quanta sit gravitas in superficie Solis, versus ejus centrum.

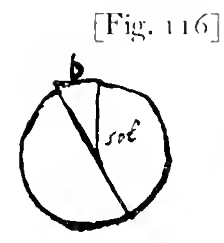
Sit distantia Solis a Terra 10000 diam. Terræ. Secundum Cassinum, mihi erat 12000 [4]). Hinc diameter terræ fit $\frac{1}{92}$ diam. ☉.

Si Terra $27\frac{1}{3}$ diebus circa ☉ ferretur, esset ejus vis centrifuga ad vim centrifugam Lunæ quæ 10000 ad 30. Sed nunc est ut 10000 ad 5460.

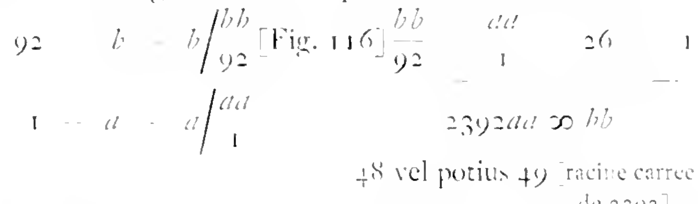
226	$\frac{1}{2}$ diametri ☉ distantia ejus a Terra	$13\frac{1}{2}$	
226		$13\frac{1}{2}$	
51076		$182\frac{1}{4}$	
10000		30	
510760000	gravitas in Solis superficie	5460	
		3600	60 in 60
		19656000	gravitas in terræ superficie

Ergo gravitas in superficie Solis ad gravitatem in superficie Terræ ut 26 ad 1.

[Fig. 116]







92 b $b\Big/\frac{bb}{92}$ [Fig. 116] $\frac{bb}{92}$ $\frac{aa}{1}$ 26 1

1 a $a\Big/\frac{aa}{1}$ $2392aa \infty bb$

48 vel potius 49 [racine carrée de 2392]

Ergo materia subtilis [6]) velocius fertur circa superficiem Solis quam circa superficiem terræ in ratione 49 ad 1.

---

⁵) Suivant le § 3 le rapport de la pesanteur de Jupiter à celle de la terre est $791562\frac{1}{2}$: 6[illegible]. Ici Huygens prend 376 : 289 ce qui est à peu pres la même chose puisque le premier rapport correspond à 378 : 289.

⁶) Il s'agit de la matière subtile qui, suivant Huygens, cause la pesanteur de la terre, celle du soleil etc. en circulant en tout sens autour du corps céleste considéré : comparez les p. 634—636 du T. XIX et les p. 437—439 qui suivent.

Dans la Prop. VIII. Theor. VIII de fon Lib. III Newton avait trouvé pour le rapport des „pondera . . . æqualium corporum in Solem, Jovem . . . & Terram . . . in eorum fuperficiebus verfantium" . . . 10000 : 804½ : 805½.

D'après les §§ précédents 3 et 5 Huygens aurait pu écrire 10000 : 503,7 : 384,8.

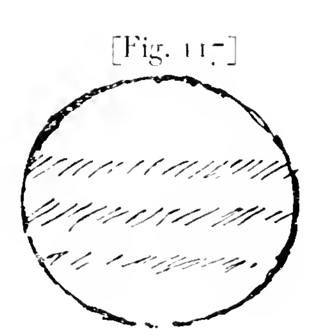
La vraie valeur de ces rapports (en prenant 108½ : 1 pour celui des rayons du foleil et de la terre) eft environ 10000 : 950 : 370.

§ 6. La force centrifuge dans chaque planete doit egaler la force de fa pefanteur vers le foleil, à la diftance ou elle eft. Mais les forces centrifuges font en raifon contraire des quarrez de leur diftances; comme l'on trouve par les temps periodiques, et par les loix centrifuges.

Vis centrifugæ ratio componitur ex ratione radiorum et ex ratione contraria quadratorum periodicorum.

Comparez le § 4 qui précède.

[Fig. 117]



§ 7. Diameter ad axem Jovis ut 10 ad 9. Pondus in Jove ad vim centrifugam fub ejus æquatore ut 5 ad 1, fupra inventum.

Au lieu du rapport 5 : 1 nous trouvons fuivant les données modernes environ 11,5 : 1.

Hæc [Fig. 117] effet forma Jovis in oppofitione ☉, quod cum obfervatis convenit quantum puto [7]). Sæpe autem rotundior apparet quia extra oppofitionem particula quædam obumbrata nobis non cernitur. quæ eft $\frac{1}{20}$ circiter diametri. Ergo femper manet paululum ellipticus.

[7]) Nous avons déjà dit dans la note 7 de la p. 269 du T. IX, en ayant égard au présent § 7, que Huygens a fait un calcul fur la forme de Jupiter. Ce calcul confiste apparemment à dire que le rapport $\frac{1}{5}$ de la force centrifuge équatoriale à la pesanteur conduit à un aplatissement $\frac{1}{10}$, de même que pour la terre le rapport correspondant $\frac{1}{289}$ conduisait à l'aplatissement $\frac{1}{578}$.

OBSERVATIONS DE 1689 [1]
SUR QUELQUES PASSAGES DES „PRINCIPIA" DE NEWTON, ET NOUVELLES CONSIDÉRATIONS DE CETTE ANNÉE SUR LE MOUVEMENT D'UN CORPS PUNCTIFORME DANS UN MILIEU EXERÇANT UNE RÉSISTANCE PROPORTIONNELLE AU CARRÉ DE SA VITESSE.

---

[1]) Voyez cependant sur la date du § 1 la note 2 de la p. 416.

OBSERVATIONS DE 1689 SUR QUELQUES PASSAGES DES „PRINCIPIA" DE NEWTON, ET NOUVELLES CONSIDÉRATIONS DE CETTE ANNÉE SUR LE MOUVEMENT D'UN CORPS PUNCTIFORME DANS UN MILIEU EXERÇANT UNE RÉSISTANCE PROPORTIONNELLE AU CARRÉ DE SA VITESSE.

§ 1. Theorema noſtrum de centri gravitatis quiete vel æquali progreſſu perſeverante demonſtrare conatur Newtonus, et recte in corporibus ante concurſum, ſed non poſt.

Cette obſervation eſt empruntée à la f. H 2 ou 10 r. du portefeuille L [1]. Les feuilles de ce portefeuille traitent ſurtout de la queſtion du „mouvement abſolu" ce qui ſuivant Huygens eſt une expreſſion inadmiſſible; voyez ſur ce ſujet les p. 213 et ſuiv. du T. XVI.

Huygens parle du Cor. IIII de Newton à ſes trois „Axiomata ſive Leges Motus"; nous avons déjà cité ces trois lois dans la note 1 de la p. 246 du T. XVI. Voici le corollaire en queſtion: „Commune gravitatis centrum ab actionibus corporum inter ſe non mutat ſtatum ſuum vel motus vel quietis, & propterea corporum omnium in ſe mutuo agentium (excluſis actionibus & impedimentis externis) commune centrum gravitatis vel quieſcit vel movetur uniformiter in directum". Dans les éditions ſuivantes, que Huygens n'a pas connues, ce texte a été modifié, mais le ſens eſt reſté le même. Ce n'eſt d'ailleurs pas de cet énoncé que Huygens parle mais ſeulement de la démonſtration qui, dans la troiſième édition, eſt encore exactement la même que dans la première. Il nous ſemble probable que ce qu'il entend critiquer ſont plutôt les vues générales de Newton exprimées dans les lois et dans le célèbre Scholium qui les précède, où il eſt queſtion e.a. du "Spatium abſolutum".

[1]) Le „portefeuille L" ne date que de 1928. D. J. Korteweg d'Amsterdam — † 1941* — qui a longtemps eu les manuscrits de Huygens à sa disposition, a généralement réarrangé les feuilles détachées. Il mit e.a. à part deux groupes de feuilles, se rapportant ſurtout à la question du mouvement absolu, les marquant respectivement des lettres G et H. Lorsque, vers la fin de 1927, H. A. Lorentz succéda à Korteweg comme président de la commission-Huygens, le directeur de la Bibliothèque de l'Université de Leiden y fit rentrer tous les manuscrits. Lorentz qui s'intéressait beaucoup à la dite question joignit aux feuilles G et H quelques mots où il demandait de les laiſſer ensemble. D'ailleurs toutes les feuilles détachées sont désormais conservées comme elles avaient été arrangées à Amsterdam. Après la mort de Lorentz en février 1928 nous avons mis nous-même, en travaillant à la dite Bibliothèque, cette demande et les feuilles G et H dans une couverture, en donnant à l'ensemble (pour la première fois à la p. 201 du T. XVI) le nom de „portefeuille L"; la lettre L nous ayant été suggérée par la suite A—K des manuscrits reliés.

* Consultez aussi sur Korteweg notre T. XX. Nous avons publié en 1941 une page à sa mémoire [illegible] la p. 892 qui suit.

Toutefois l'obſervation de Huygens — de date incertaine [2]) — eſt trop brève pour qu'il nous ſoit poſſible de dire comment il eût pu s'exprimer s'il lui avait plu d'être plus explicite.

Il eſt à remarquer que, quoiqu'il parle ici de „Theorema noſtrum", il n'a jamais donné une démonſtration générale de ce „théorème", comme nous l'avons déjà obſervé aux p. 24—25 du T. XVI, et qu'il a dû ſe contenter de dire (dans ſa publication de 1669, T. XVI, p. 181) avoir remarqué une loy admirable de la nature . . . qui *ſemble* eſtre generale [nous ſoulignons], c'eſt que le centre commun de gravité de deux ou de trois ou de tant qu'on voudra de corps [ſouſtraits à toute influence extérieure] avance toûjours également vers le même coſté en ligne droite devant et apres leur rencontre. On a vu dans le T. XVI (note 5 de la p. 221) qu'il a ſongé un moment à prendre la „loy admirable" en queſtion pour hypothèſe, c. à. d. à la déclarer généralement indémontrable.

§ 2. Les obſervations de ce paragraphe ne contiennent pas de critique. Leur publication ne ſert qu'à faire voir qu'en 1689 — comme auparavant; conſultez p. e. dans notre T. IX le Rapport du 24 avril 1688 aux Directeurs de la Compagnie des Indes Orientales — Huygens étudiait les „Principia" dont il reconnaiſſait la ſort grande importance: conſultez ſur ce dernier ſujet le § 12 de la p. 143 qui précède ainſi que le § 7 de la p. 310 du T. XIX et la p. 259 du T. XVI ainſi que la p. 475 qui ſuit.

A [3]). 39231474 pedes in diametro terræ Pariſienſes ex menſura Picardi.

19615737 pedes ſemidiametri terræ, vocentur *a*.

Si ſuper turri 200 pedibus alta horologium ſtatuatur, erit ibi minor gravitas penduli, quæ ad eam quam humi poſitum haberet erit ut *aa* ad qu. *a* + 200 hoc eſt *aa* + 400*a* + 40000. hoc eſt proxime ut *a* ad *a* + 400. Ergo ſic quoque oſcillationum celeritas.

19615737 — 400 — 86400 ſecunda in 24 horis / $1\frac{3}{4}$ uno die retardabitur.

Ceci ne veut pas dire que Huygens eſt convaincu de l'exiſtence de ce retard; comparez la p. 278 du T. XVII; il calcule ſeulement quel doit être le retard — p. e. pour une terre parfaitement ſphérique — s'il eſt vrai, ce qui ne lui ſemble guère probable, que la loi de Newton eſt encore valable près de la ſurface de notre planète. Comparez ſur ce ſujet la partie *II* du préſent § ainſi que les p. 439—440 qui ſuivent.

[2]) Comme on peut le voir au T. XVI, les feuilles qui traitent de la question de l'existence, ou plutôt de la non-existence, du mouvement absolu, ne sont généralement pas datées. Il est vrai qu'une page du Manuscrit F traitant du même sujet (Pièce III de la p. 222 du T. XVI) est certainement de 1688. Nous sommes d'avis — voyez les p. 197—198 du T. XVI — que la feuille du texte date probablement de plus tard; vu l'incertitude de la date nous avons cru pouvoir placer l'observation de Huygens ici.

[3]) Manuscrit G, f. 11 v. Les dates 20 Dec. 1688 et Apr. 1689 (citation des „Acta Eruditorum" de ce mois) se trouvent respectivement sur les feuilles 8 et 27. La première date qui suit est 27 Aug. 1690 à la p. 53r, mais comme les f. 31 et 32 contiennent les Tables de matière du Traité de la Lumière et du Discours de la Cause de la Pesanteur, lesquels parurent au commencement de 1690, les pages antérieures sont sans doute de 1689.

B [4]). Neutoni Coroll. prop. 10 lib. 1.

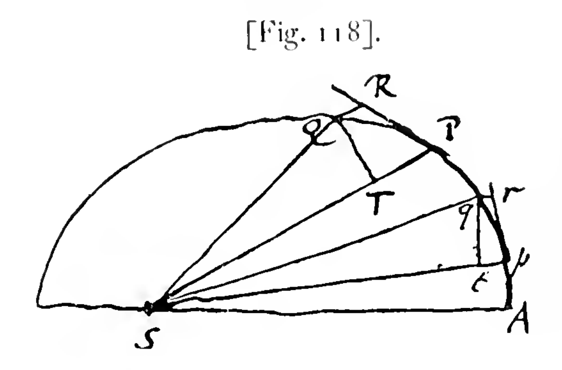
La propofition enfeigne qu'une force centripète agiffant fur un corps et dirigée vers le centre d'une ellipfe parcourue par ce corps (punctiforme) doit, pour pouvoir caufer ce mouvement, être proportionnelle à la diftance du corps au dit centre. D'après le deuxième corollaire les périodes feront égales pour différentes ellipfes ayant des grands axes égaux.

Il devoit avoir montrè auparavant quelle raifon il y doit avoir entre les celeritez du corps à l'endroit ou aboutiffent les grands diametres des Ellipfes, qui ont ces diametres egaux. Au refte ce corollaire eft veritable.

C [5]). Ad propos. 6 lib. 1. Neutoni [6]).

Dicit vim centripetam in P effe *reciproce* ut folidum $\frac{SP^2 \text{ in } QT^2}{QR}$ [Fig. 118].

[Fig. 118].



Commentarium. Ut poffit dicere reciproce, neceffe eft alterum infuper punctum poni vel intelligi ut p, in quo vis centripeta comparetur ad vim centripetam quæ in P. Ut autem hæ vires inter fe conferantur, oportet fpatia QSP, qSp æqualia effe; hoc eft □ SP, QT æquale □° Sp, qt. tumque erunt vires centripetæ ficut rectæ minimæ RQ ad rq. Nec video quid aliud fibi velit hæc propofitio; nam fi dicit effe vim centripetam in P ad vim centripetam in p ficut $\frac{Sp^2 \text{ in } qt^2}{rq}$ ad $\frac{SP^2 \text{ in } QT^2}{RQ}$, hoc eft ficut RQ in Sp^2 in qt^2 ad rq in SP^2 in QT^2, hæc ratio manifeftè eadem eft quæ RQ ad rq, quia Sp.qt æquale SP.QT, adeoque $sp^2.qt^2$ æquale $SP^2.QT^2$. Quidni igitur dixit vis centrifugas in P et p effe ut RQ ad rq. aut quare potius eas effe reciproce ut $\frac{SP^2.QT^2}{QR}$ ad $\frac{Sp^2.qt^2}{qr}$ quam ut reciproce $\frac{SP.Q.T}{QR}$ ad $\frac{Sp.qt}{qr}$ vel ut reciproce $\frac{SP^3.QT^3}{QR}$ ad $\frac{Sp^3.qt^3}{qr}$.

[4]) Manuscrit G, f. 12r.

[5]) Manuscrit G, f. 15r.

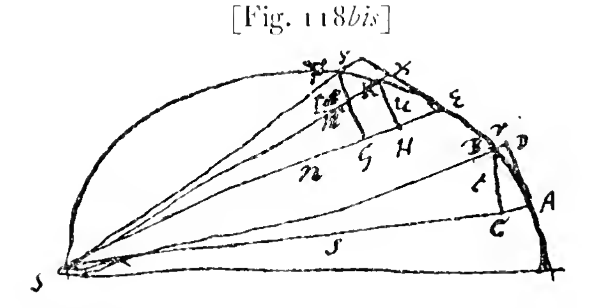
[6]) Principia de 1687, Prop. VI, Theor. V du Lib. Primus „De Motu Corporum" (la figure est celle du texte, copiée par Huygens, sauf que la tangente chez Huygens est PR au lieu de ZPR et qu'il ajoute les points p, q, r, t et les droites qui les joignent): „Si corpus P revolvendo circa centrum S, describat lineam quamvis curvam APQ, tangat vero recta ZPR curvam illam in puncto quovis P, et ad tangentem ab alio quovis curvæ puncto Q agatur QR distantiæ SP parallela, ac demittatur QT perpendicularis ad distantiam SP: Dico quod vis centripeta sit reciproce ut solidum $\frac{SP \text{ quad.} \times QT \text{ quad.}}{QR}$, si modo solidi illius ea semper sumatur quantitas quæ ultimo fit ubi coeunt puncta P et Q".

An voluit pofitis fpatijs QSP, qSp inæqualibus, comparare tamen vires centripetas in P et p. Hoc erat.

Ponantur [Fig. 118*bis*] fpatia æqualia SBA, SFE.

$n \quad s \quad t\sqrt{\frac{ts}{n}}$. Ratio r ad y, quæ est virium centripetarum in A et E, (pofitis fpatijs æqualibus SBA, SFE) componitur ex ratione r ad x et x ad y. fed x ad y ut uu ad $\frac{ttss}{nn}$.

[Fig. 118*bis*]



$$\begin{array}{ccc} r & & x \\ uu & & \frac{ttss}{nn} \\ \hline nnruu & \text{—} & ttssx \end{array}$$

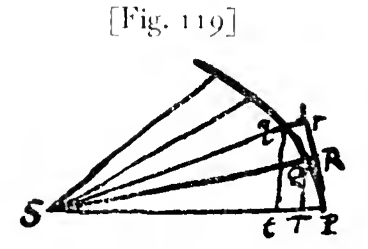
Ergo $\frac{nnuu}{x}$ — $\frac{ttss}{r}$ eft ratio eadem quæ r ad y hoc eft quæ vis centripetæ in A ad vim centripetam in E. Et hoc vult propofitio 6 lib. 1. Etfi dicat fimpliciter vim centripetam effe ut $\frac{ttss}{r}$.

Sed in præcipuis problematibus hac propofitione non opus eft. quando nimirum valor QR inveniri poteft, et ▭ QT, SP datum ponitur.

D [7]). Ad Prop. 9. l. 1. [8]) Spiralis hæc femper appropinquat puncto S [Fig. 119], circumvolutionibus infinitis numero, nec unquam ad ipfum pervenit. ac tamen longitudinem certam non excedit.

Demonftratio perobfcura eft, in qua cum dicit, *mutetur jam utcunque angulus PSQ &c*, hoc tantum propofitum habet ut oftendat qualifcunque et ubicunque accipiatur angulus PSQ, femper $\frac{QT^2}{QR}$ effe ut SP. velut fi accipiatur angulus major qSP, erit hic quoque $\frac{qt^2}{qr}$ ut SP. Nam quia $\frac{QT^2}{QR}$ ut SP, eftque qt^2 ad QT^2 ut qr ad QR, erit neceffario et $\frac{qt^2}{qr}$ ut $\frac{QT^2}{QR}$ hoc eft ut SP.

[Fig. 119]



[7]) Manuscrit G. f. 15 v.

[8]) Cette Prop. IX. Probl. IV du Lib. Primus est ainsi conçue: „Gyretur corpus in spirali PQS secante radios omnes SP, SQ, &c. in angulo dato: Requiritur lex vis centripetæ tendentis ad centrum spiralis". Notre Fig. 119 est la figure de Newton copiée par Huygens qui ajoute les points q, r, t et les droites correspondantes.

Itaque cum ſemper ſit $\frac{QT^2}{QR}$ ut SP, ducto utroque in SP^2 erit $\frac{QT^2.SP^2}{QR}$ ut SP^3. ideoque per propos. 6, vis centripeta ut SP^3 inverſe.

Poterat autem eundem angulum PSQ velut in duobus locis adſumtum conſideraſſe, et utrobique ſimiliter ductas PR, QT, QR. quæ figuræ proportionales fuiſſent. Et quia vis centrifuga ut $\frac{QT^2.SP^2}{QR}$ inverſe per 6. hoc autem ut SP^3, quia QT ut SP, et ita quoque QR: erit et vis centripeta ut SP^3 inverſe.

Demonſtravi hanc eandem propoſitionem, ut propoſitione ſexta nihil opus eſſet.

E [9]). Prop. 1.

Si mobile abſque attractione gravitatis moveatur per medium reſiſtens pro ratione celeritatis, celeritates reliquæ poſt ſingula tempora æqualia ſunt continue proportionales.

[Fig. 120]

Referatur celeritas in principio motus rectâ AB [Fig. 120]. Et poſt temporis particulam quandam, ſit reliqua celeritas CB, amiſſa AC. Ergo cum reſiſtentia ſit ut celeritas diminuetur celeritas BC altera æquali temporis particula, quantitate CD quæ ſit ad AC ſicut CB ad AB. cum effectus reſiſtentiæ ſit ut vis. Quia ergo ut AB ad CB ita AC ad CD et permutando AB ad AC ut CB ad CD, etiam dividendo erit CB ad DB ut AB ad CB. Ergo continue proportionales AB, CB, DB. Eodemque modo de reliquis celeritatibus EB, FB, poſt ſingulas temporis particulas hæc proportionalitas demonſtrabitur.

Prop. 2.

Si mobile abſque attractione gravitatis moveatur per medium reſiſtens pro ratione celeritatis, erunt ſpatia temporibus æqualibus peracta in continua proportione geometrica.

Cum enim celeritates initio ſingulorum temporum reliquæ ſint continue proportionales, ſi illis celeritatibus ſingula ſpatia æquabili motu peracta intelligantur, etiam ſpatia hæc erunt continue proportionalia. Quum autem ſingulæ illæ temporis partes in particulas æquales innumeras dividi poſſint, ſimulque celeritates initio ſingularum ſint totidem proportionales in continua ſerie, referent ſpatiola proportionalia ſingulis iſtis celeritatibus initio tempuſculorum æquabili licet motu peracta, referent inquam ſpatia prioribus temporibus motu paulatim deficiente peracta. Cumque in ſingulis

9) Chartæ mechanicæ, f. 84 v.

horum ſit eadem particularum proportionalium multitudo, etiam componendo ſingulæ erunt proportionales.

Sic ſere Neutonus propos. 2 lib. 2 [10]).

Prop. 3.

Si fuerit diviſa linea AB [Fig. 120] in particulas continue proportionales quotcunque, puta decem, et mobile, per medium reſiſtens in ratione celeritatum certo tempore percurrat motu horizontali lineam totam; prima vero decima temporis ejus particula peragat primam ac maximam particulam AC, etiam ſequentibus æqualibus temporis particulis ſingulas reliquas lineæ particulas peraget.

Quia enim æquales temporis particulæ ponuntur erunt per præcedentem, ſpatia ijs temporibus peracta continue proportionalia. Atqui linea AB non poteſt in partes decem continue proportionales dividi, quarum maxima ſit AC, niſi uno modo. Ergo cum decem temporibus æqualibus qualium uno peracta eſt AC, tota AB [percurri]tur, ne[ceſſe eſt] ut ſing[ulis reliquorum] temporum peragantur particulæ illæ proportionales in quas diviſa eſt AB.

F [11]). Ad prop. 5 l. 2. Neutoni [12]). Reſiſtentia medij eſt in duplicata ratione celeritatis.

Demonſtrat, ſed obſcure admodum, quod hyperbole eſt ejus naturæ ut acceptis partibus æqualibus in aſymptoto, indeque excitatis parallelis perpendicularibus quæ hyperbolæ occurrant, harum differentiæ decreſcunt in duplicata ratione ipſarum ſibi proximarum. quod hoc calculo verum eſſe invenio.

[Fig. 121]

AE AB BC

$a - x \;\top\; a - b \,/\, \frac{ab}{a-x}$ ED [Fig. 121]

b BC

$\frac{ab}{a-x} - b$ FD

HG BC AB

$c \;\top\; b - a \,/\, \frac{ba}{c}$ AG

AK AG GH

$\frac{ba}{c} - x \;\top\; \frac{ba}{c} - c \,/\, \frac{\frac{ba}{c}}{\frac{ba}{c} - x}$ KM

c HG

$\frac{\frac{ba}{c}}{\frac{ba}{c} - x} - c$ ML

$\frac{bac}{ba - cx} - c \;\top\; \frac{ab}{a-x} - b - cc \;\top\; bb$

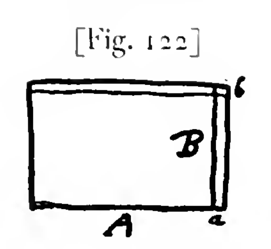
Cette equation ſe montre vraie attendu que dans le cours du calcul quia x minima eſt deleri poſſunt in quibus xx.

Hinc autem ſequitur (quod miror Neutonum non obſervaſſe) corpus horizontali motu incitatum, etiam in medio reſiſtente infinitum ſpatium conficere infinito tempore [13]. quod contra eſt cum reſiſtentia eſt ut velocitas, ut oſtendi [14].

Illud mirabile prorſus videtur. Cogita enim globum plumbeum ſub aqua in plano horizontali projectum an in infinitum ſpatium perget moveri?

G [15]. Ad prop. 6. l. 2 Newtoni [16].

[Fig. 122]



$$A + a$$
$$B + b$$
$$\text{S.}\left\{\begin{array}{l} AB + aB + Ab \\ AB \end{array}\right.$$
$$aB + Ab$$

[telle eſt la valeur de l'accroiſſement infiniment petit du rectangle à côtés A et B lorſque A devient $A + a$ et B $B + b$; en d'autres termes: $aB + Ab$ eſt le „momentum" de la „genita" AB].

[Fig. 122]

[10]) Consultez sur cette ligne la note 1 de la p. 144 du T. XIX; il est possible que les trois propositions de la présente partie du § 2 soient antérieures à la lecture des „Principia"; comparez la fin de l'avant-dernier alinéa de la partie F qui suit. La Prop. II. Theor. II du Liber Secundus des „Principia" est la suivante: „Si corpori resistitur in ratione velocitatis, & sola vi insita per Medium similare moveatur, sumantur autem tempora æqualia: velocitates in principiis singulorum temporum sunt in progressione Geometrica, & spatia singulis temporibus descripta sunt ut velocitates".

[11]) Chartæ mechanicæ, f. 85 r.

[12]) Prop. V. Theor. III du Lib. II: „Si corpori resistatur in velocitatis ratione duplicata, & sola vi insita per Medium similare movetur, tempora vero sumantur in progressione Geometrica a minoribus terminis ad majores pergente: dico quod velocitates initio singulorum temporum sunt in eadem progressione Geometrica inverse, & quod spatia sunt æqualia quæ singulis temporibus describuntur".

[13]) Puisque, suivant la démonstration de Newton, la distance parcourue en un temps BG [Fig. 121] peut être représentée par l'espace BCHG.

[14]) Voyez la Prop. 2 de la Partie E qui précède.

[15]) Manuscrit G, f. 16 r.

[16]) La Prop. VI. Theor. IV du Lib. Secundus De Motu Corporum est ainsi conçue: „Corpora Sphærica homogenea & æqualia, resistentiis in duplicata ratione velocitatum impedita & solis viribus insitis incitata, temporibus quæ sunt reciproce ut velocitates sub initio, describunt semper æqualia spatia, & amittunt partes velocitatum proportionales totis". Ce n'est cependant pas ce théorème que Huygens a en vue mais le Lemma II qui y est attaché: „Momentum Genitæ æquatur momentis Terminorum singulorum generantium in eorundem laterum indices dignitatum & coefficientia continue ductis", au sujet duquel Newton observe dans un Scholium: „In literis quæ mihi cum Geometra peritissimo G. G. Leibnitio annis abhinc decem intercedebant, cum significarer me compotem esse methodi determinandi Maximas & Minimas, ducendi Tangentes, & similia peragendi, quæ in terminis surdis æque ac in rationalibus procederet, & literis

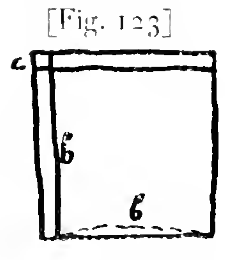
[Le carré b^2 étant repréſenté par a, dont x eſt l'accroiſſement, tandis que celui de b eſt c, on a]

$a \;.\; a + x - b \;.\; b + 2c$ [Fig. 123].

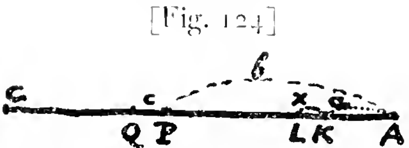
$x \propto \frac{2ac}{b}$

Sed a ut bb. Ergo x ut $2bc$.

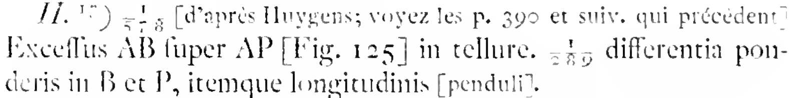
[Fig. 123]



[Fig. 124]

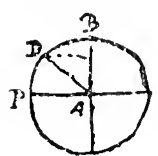


Cenſetur quadratum AQ [Fig. 124] excedere quadratum AP duplo rectangulo APQ, neglecto minimo quadrato ex PQ. Hinc ſtatim concludi poteſt rectæ AK incrementa minima eſſe ut 2 APQ.



II. [17]) $\frac{1}{578}$ [d'après Huygens; voyez les p. 390 et suiv. qui précèdent]

[Fig. 125]



Exceſſus AB ſuper AP [Fig. 125] in tellure. $\frac{1}{289}$ differentia ponderis in B et P, itemque longitudinis [penduli].

Differentia ponderis eſt proxime dupla differentiæ diſtantiarum, quia pondera leviora fiunt in duplicata ratione diſtantiarum [ſuivant ce que Huygens ſemble conſidérer ici comme la loi de Newton; ceci ne veut pas dire que Huygens accepte ſans critique ce qu'il propoſe ici; comparez notre remarque à la partie *I* qui précède et voyez auſſi le calcul de la p. 476 du „Discours de la Cauſe de la Peſanteur" où Huygens dit douter fort de l'exiſtence „aux pendules d'une autre inégalité," c. à. d. autre que celle provenant de la force centrifuge]. Eſt differentiæ ponderis æqualis curtatio penduli, hoc eſt talis pars longitudinis totius. Atqui defectus diurnus temporis penduli non curtati ad totius diei tempus eſt proxime ut $\frac{1}{2}$ curtatio penduli ad totum pendulum. Ergo defectus diurnus venientis horologij ex P in B ad 24 horarum tempus, ut differentia diſtantiarum AB, AP ad AB.

$\frac{1}{578}$ differentia retardationis in B ſi veniat horologium ex P.

3600″ in hora ... 86400″ in die [$\frac{86400}{578}$ ...] 149″. tot ſecundis deberet horologium ſub Polo recte compoſitum retardari ſub æquatore ex ſola cauſa diſtantiæ majoris a centro eoque minoris gravitatis; præter retardationem ex vi centrifuga quæ 150″ efficit. Sed in locis intermedijs ut D nequaquam tantum efficiet hæc diſtantiarum differentia quantum vis centrifuga.

---

transpositis hanc sententiam involventibus (Data æquatione quotcumque fluentes quantitates involvente, fluxiones invenire, & vice versa) eandem celarem: rescripsit Vir Clarissimus se quoque in ejusmodi methodum incidisse, & methodum suam communicavit a mea vix abludentem præterquam in verborum & notarum formulis [comparez ce que dit Huygens en 1694, p. 488 du T. XX; voyez aussi sa lettre à Fatio de Duillier de février 1692, p. 291 du T. X]. Utriusque fundamentum continetur in hoc Lemmate".

[17]) Manuscrit G, f. 25 r. Ceci se rapporte, peut-on dire, à la Prop. XX. Prob. III du Liber Tertius „De Mundi Systemate" de Newton: „Invenire & inter se comparare pondera corporum in regionibus diversis".

§ 3. Dans le Manuscrit G les feuilles 11, 12, 15 et 16 de 1689, d'où nous avons tiré les parties *A*, *B*, *C*, *D* et *G* du § 2, sont suivies de deux autres de la même année où Huygens reprend ses calculs de 1668 (T. XIX, p. 102—119 et 144—157) sur les corps en mouvement dans des milieux qui leur resistent proportionnellement soit à leurs vitesses soit aux carrés de leurs vitesses. Ou plutôt: il ne considère ici que ce deuxième cas. Dans l'„Addition" au „Discours de la Cause de la Pesanteur" (édition de 1690) Huygens dira expressément (p. 482 qui suit) que „ce n'est qu'à l'occasion du Traité de Mr. Newton" qu'il a repris l'étude de la théorie de la résistance. Il s'agit, comme chez Huygens en 1668 et comme chez Newton dans les propositions considérées au § 2 qui précède, de corps punctiformes.

Ce ne fut qu'en 1691 que Huygens mit définitivement au net dans les p. 75—81 du Manuscrit G, en tenant aussi compte des résultats de Newton, sa théorie de 1668 „de descensu [verticali] corporum gravium [corps punctiformes] et ascensu [verticali] per aerem aut materiam aliam, quæ resistit motui in ratione duplicata celeritatum, ut revera contingit"; nous avons reproduit ces pages aux p. 23—45 du T. X.

Ici nous ne tenons compte, partiellement, que du texte des p. 17v—18r du Manuscrit dont il était question plus haut. Huygens fait voir qu'il n'est pas permis, comme c'était généralement le cas lorsque la résistance était proportionnelle à la vitesse (T. XIX, p. 80 et p. 113, note 13), de décomposer le mouvement, c. à. d. tant la vitesse initiale que la résistance, suivant deux axes perpendiculaires entr'eux. Dans la Fig. 127 les trois droites AK, AL, AB, dont AL et AB sont les deux axes nommés, sont situées par hypothèse *dans un plan horizontal*. La véritable longueur parcourue sur la droite donnée se montrera ne pas être la résultante des longueurs parcourues sur les deux axes.

$A\eta$ [Fig. 128] étant la distance parcourue sur la droite AL en un temps donné, il suffira de faire voir que la distance $A\vartheta$ parcourue en ce temps sur la droite AK faisant avec AL un angle de 45° est inférieure à $A\xi$.

Ejusdem globi eadem debet esse celeritas terminalis in medio resistente in duplicata ratione celeritatis ac si idem in simplici ratione celeritatis resisteret. Certa enim quædam celeritas flatus sursum sustinere valebit globum ne decidat. quam proinde globus habere debebit ne amplius casum acceleret. Ea vis ferentis aeris æquipollet gravitati. Sed sciendum posteriorem hypothesin esse impossibilem. Etsi forsan alius generis impedimentum inveniri possit quod est ut celeritas.

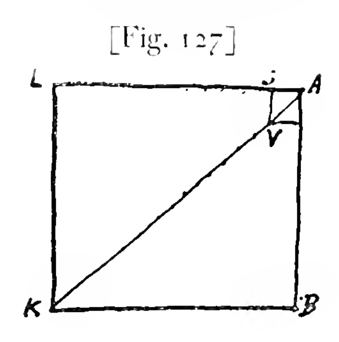
[Fig. 126]

Cum celeritas incipiens per AK [Fig. 127] ad celeritatem incipientem per AL est ut AK ad AL, tunc resistentia aeris et amissio celeritatis in prima temporis particula per AK est ad resistentiam et amissionem celeritatis in eadem temporis particula per AL ut qu. AK ad qu. AL, hoc est ut 2 ad 1.

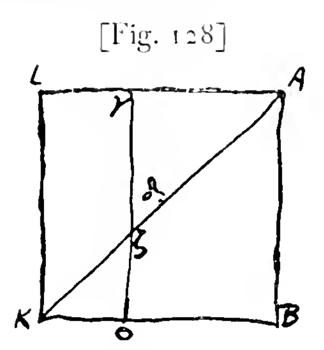
Si AR ad AQ [Fig. 126] ut $\sqrt{2}$ ad 1, et AB ∞ AM, erit spatium RABD ad spatium

QABC ut iter globi in rectâ AK [Fig. 127] inceptum celeritate AK ad iter globi in rectâ AL inceptum celeritate AL terminali; eodem nempe tempore AB. Sunt autem ſpatia illa ut logarithmus rationis AR ad BD ad logarithmum rationis AQ ad BC. hoc eſt ut logar. rationis BN ad NA ad logar. rationis BM ad MA. hoc eſt ut log. rationis

[Fig. 127]



[Fig. 128]



$2+\sqrt{2}$ ad $\sqrt{2}$, ad log. rationis 2 ad 1, ſive log. 2 . . . apparet eandem eſſe hyperbolam RS et QP ſeu motâ aſymptoto MV in NT. ut ſicut RA ad QA ita ſit MA ad NA.

Ceci s'explique le mieux par la conſidération de l'équation du mouvement $\frac{dv}{dt} = -kv^2$, où v eſt la viteſſe, t le temps, et k une conſtante. Pour le mouvement ſuivant AL (ou ſuivant AB) la viteſſe initiale eſt par hypothéſe la „celeritas terminalis" d'une chute verticale, c. à. d. $\sqrt{\frac{g}{k}}$, où g eſt l'accélération de la peſanteur. Pour le mouvement ſuivant AK la viteſſe initiale eſt donc $\sqrt{\frac{2g}{k}}$.

Appelant généralement v_0 la viteſſe initiale on a $\frac{1}{v} = \frac{1}{v_0} + kt$ ou $v = \frac{v_0}{ktv_0 + 1}$, d'où la diſtance parcourue $s = \int_0^t v\,dt = \frac{1}{k}\,\mathrm{l.}\,(kv_0t + 1)$, l. étant le logarithme népérien.

Pour les mouvements ſuivant AK et AL on a donc reſpectivement $s_{AK} = \frac{1}{k}\,\mathrm{l.}\,(\sqrt{2gk}.t + 1)$ et $s_{AL} = \frac{1}{k}\,\mathrm{l.}\,(\sqrt{gk}.t + 1)$. En diſant que „ſpatia illa" ſont entr'eux comme log. $\frac{AR}{BD}$ à log. $\frac{AQ}{BC}$ ou log. $\frac{2+\sqrt{2}}{2}$ à log. $\frac{2}{1}$, Huygens prend tant les grandeurs g et k que le temps conſidéré t égaux à une même droite qui a l'unité de longueur. On voit qu'on trouve en effet dans cette ſuppoſition $s_{AK} : s_{AL} = \mathrm{l.}(\sqrt{2} + 1) : \mathrm{l.}\ 2$; puiſqu'il s'agit de rapports, peu importe que ce ſoit le logarithme népérien qu'on conſidère ou, comme Huygens, celui à baſe 10.

L'équation $v = \frac{v_0}{ktv_0 + 1}$ montre auſſi que la relation entre les viteſſes et les temps ſe repréſente graphiquement par une hyperbole équilatère [Fig. 126], et que les deux hyperboles correſpondant aux mouvements ſuivant AK et AL reſpectivement, ſavoir $v = \frac{1}{t+1}$ et $v = \frac{\sqrt{2}}{t\sqrt{2}+1}$ ou

$\frac{1}{t+\frac{1}{\sqrt{2}}}$, sont identiques ou plutôt ne diffèrent qu'en position. Dans la Fig. 126 AR et les autres droites horizontales représentent des vitesses; MB étant l'axe des temps l'espace ARDB p.e. correspond à une intégrale $\int v\,dt$ et représente donc une distance parcourue; or, il était bien connu que de pareils espaces sont entr'eux comme des logarithmes [18].

Tempore toto AB . . . pervenit in recta AL horizontalis tabulæ, incipiens in A celeritate terminali, usque ad γ [Fig. 128], sumta $A\gamma \infty$ BO. Eodem vero tempore in recta AK, incipiens celeritate quæ sit ad terminalem ut $\sqrt{2}$ ad 1, perveniet ad δ, sumta $A\delta$ secundum inventa pagina præcedenti. Nota quod deficiens spatium δK in recta AK non est duplum γL spatii deficientis in recta AL [il faut lire: que δK n'est pas égal à $\gamma L\sqrt{2}$], sicut esset si celeritas diminuta in AK et AL eodem tempore, maneret semper in ratione $\sqrt{2}$ ad 1, seu AR ad AQ in figura paginæ præcedentis [Fig. 126]. Set ea ratio minuitur paulatim, sicut apparet quod DB ad CB minorem habet necessario quam AR ad AQ.

On le voit aussi par les formules: le rapport des vitesses suivant AK et AL respectivement est représenté par $\sqrt{2}\,\frac{\sqrt{kg}.t+1}{\sqrt{2kg}.t+1}$, expression dont la valeur décroît constamment lorsque t augmente.

Si possemus considerare (in hac resistentia quæ est in dupla ratione celeritatum) motum per AK tanquam compositum ex motu per AB et per AL, deberet tempore AB pervenisse mobile ex A in ζ in diagonio. Sed pervenit in δ. Ergo non habet hic locum motus compositio.

§ 4. En publiant en 1701 [19]) son „Historia Cycloeidis qua genesis & proprietates lineæ cycloeidalis præcipuæ . . . recensentur, etc." Joh. Gröningius y ajoutait ce qu'il appelle „Christiani Hugenii Annotata posthuma in Isaaci Newtoni Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica". Nous avons déjà dit au T. X [20]) que ce titre est décevant [21]): quoique le manuscrit de ces „Annotata" — conservé à Hannovre — soit de la main de Huygens, ce ne sont pas cependant pour la plupart des remarques provenant de lui. Il a copié des remarques de Fatio de Duillier, et de Newton, de plusieurs desquelles ce dernier a fait usage dans la deuxième édition des „Principia". Cela paraît d'ailleurs chez Gröningius lui-même puisqu'en deux endroits (p. 110 et 128) il écrit entre parenthèses: „addit Hugenius . . ." et „in margine adscripsit Hugenius . . ."; nous ne reproduisons pas ici ces deux passages [22]) à cause de leur insignifiance. Les „Annotata" débutent cependant par une remar-

---

[18]) Voyez p. e. les p. 205—206 et 264 du T. XX.

[19]) Hamburgi, G. Leibezeit.

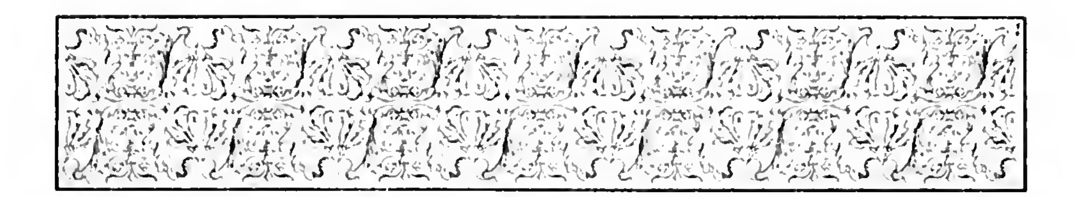
[20]) P. 147, note 2.

[21]) La publication de Gröningius, où il y a aussi bien des fautes d'impression, a été faite, comme nous l'avons dit à la p. 324 du T. IX, „sans aucune critique et même sans discernement".

[22]) On trouve le premier dans la note *c* de la p. 326 du T. IX.

que qui est bien de Huygens: c'est notre N° 2542 de la p. 329 du T. IX: Huygens pensait à tort que Newton avait admis dans le cas d'une résistance proportionnelle au carré de la vitesse la composition des mouvements dont il était question (pour un plan horizontal) au § 3. On trouve ensuite chez Gröningius les Pièces de Newton qui constituent nos N° 2540 et 2541 (T. IX, p. 321 et 328). Dans le T. IX nous avons attribué à Huygens lui-même la remarque (N° 2543) sur la „aqua effluens". Ce qui suit chez Gröningius (p. 113—116) et se rapporte aussi a ce dernier sujet se trouve dans notre édition aux p. 154—155 du T. X. Viennent ensuite les remarques de Fatio „Conjecturæ de sphalmatis typographicis etc." que nous avons publiées, plus completement que Gröningius, aux p. 147—155 du T. X.

DISCOURS DE LA CAUSE DE LA PESANTEUR.



Avertissement.

Huygens avait-il oublié lorsqu'il publia en Hollande en janvier ou février 1690, pour la première fois, son Discours de la Cause de la Pesanteur, avoir envoyé [1]) ce Discours à Paris en juin 1687 pour être placé dans les Divers Ouvrages des membres de l'Académie Royale (lesquels ne devaient paraître qu'en 1693 [2]))? C'est ce qu'il écrit le 30 mars 1690 à de la Hire [3]). Quoi qu'il en soit, il est certain qu'après l'apparition, en juillet 1687, des „Principia" de Newton, il ne pouvait guère être satisfait d'une publication de son Discours [4]) tel, ou à peu près tel [5]), qu'il l'avait prononcé en 1669. De fait il avait déjà écrit à de la Hire le 1 mai 1687 avoir l'intention de joindre au Discours des „reflexions sur ce que Mr. Richer et autres ont observé, touchant la differente longueur des pendules en differents climats". En envoyant le Discours à Paris le mois suivant il n'avait pas donné suite à ce projet; mais le fait qu'il avait fait mention de son intention avant juillet 1687 porte à croire qu'il a le droit de faire entendre à la fin de la Préface de l'édition de 1690 que ce qui est dit dans cette

1) En juin 1687: comparez la p. 379 qui précède.

2) Cependant, si nous comprenons bien de la Hire (T. IX, p. 377) le Discours fut déjà imprimé à Paris avant mars 1690.

3) T. IX, p. 401.

4) Dans le titre de la publication de 1687-1693 le mot „Discours" a d'ailleurs été omis; voyez la p. 377 qui précède.

5) Voyez sur les changements apportés par lui avant ou en juin 1687 au texte de 1669, la note 5 de la p. 610 du T. XIX, ainsi que la p. 379 qui précède.

édition de l'„alteration des Pendules par le mouvement de la Terre" et „a esté adjouté plusieurs années apres [1669]", date en substance d'avant la lecture des „Principia", à laquelle la [deuxième] „Addition" de l'édition de 1690 est postérieure [6]). On a vu plus haut [7]) que les premières remarques de Huygens sur la forme sphéroïdale de notre planète — du moins les premières qu'il ait mises par écrit — datent, quoique peu, d'avant l'apparition des „Principia". Que la force centrifuge due à la rotation de la terre doit avoir pour effet de diminuer la pesanteur, notamment à l'équateur, c'est ce que Huygens avait déjà calculé en 1659 [8]); et dans son Programme de 1666 à l'Académie Royale il avait parlé d'„une belle experience a faire [avec les pendules] pour prouver que la Terre tourne" [9]). Dans les oeuvres imprimées de son vivant il n'a jamais dit avoir prévu la possibilité d'un raccourcissement du pendule à secondes, ou la marche plus lente d'un pendule de longueur invariable, lorsqu'on se rapproche de l'équateur. Il parle au contraire en plusieurs endroits [10]) comme si l'observation de Richer de 1672 à l'ile de Caïenne [11]), suivie d'autres observations du même genre — qui, il est vrai, ne s'accordaient pas toujours fort bien avec elle [12]) — l'avaient amené, alors seulement, à chercher une explication de ce nouveau phénomène. Cette modestie nous semble provenir du fait que tout en ayant *prévu la possibilité du phénomène* [13]) il n'avait cependant pas osé *affirmer son existence* [12]).

Il fut décidé en mars 1689 que la publication simultanée du Traité de la Lumière [14]) et du Discours de la Cause de la Pesanteur auraient lieu chez vander Aa à Leiden [15]).

[6]) P. 466 qui suit.
[7]) P. 375.
[8]) P. 304 du T. XVI.
[9]) T. XIX, p. 28. Voyez aussi la p. 248, ainsi que les p. 285—286 du T. XVII et la p. 482 du T. XVIII.
[10]) P.e. à la p. 275 du T. IX dans le rapport du 24 avril 1688 aux Directeurs de la Compagnie des Indes Orientales.
[11]) Voyez sur la publication de Richer la note 3 de la p. 376 qui précède.
[12]) Voyez la p. 131 du T. IX.
[13]) Et tout en ayant donné une instruction à Richer avant son départ (T. XVIII, p. 636) et en 1686 une autre au pilote Helder (T. IX, p. 292).
[14]) T. XIX.
[15]) T. IX, p. 312. Le 25 mai 1689 (T. IX, p. 319) le Discours fut remis par Huygens, pour un autre but, au professeur de Volder à Leiden; mais dans le rapport d'avril 1688 (note 10 qui précède) il dit avoir déjà traité de la variation de la marche des pendules dans ce qu'il appelle en néerlandais le „Tractæt van de Oorsæck der Swærte".

Nous croyons donc pouvoir admettre qu'en ce temps l'„Addition" aussi avait été rédigée, qu'elle est par conséquent antérieure — quoique Huygens puisse y avoir apporté des changements dans le cours de l'impression — à son séjour de juin-août 1689 en Angleterre pendant lequel il fit la connaissance personnelle de Newton [16]). On a vu plus haut [17]) que les équations de cette Addition qui se rapportent à la forme non-sphérique de la terre [18]) avaient été trouvées par Huygens en 1687. Outre les deux additions la Préface (sur laquelle nous revenons) était nouvelle. Le 23 décembre l'impression était presqu' achevée [19]). Le 6 février 1690 Huygens put envoyer quelques exemplaires à Londres [20]).

Quant à la première partie, le discours de 1669 tel qu'il était devenu en 1687, il n'est guère surprenant que Huygens y a de nouveau apporté des modifications, dont beaucoup de détail. Nous signalons quelques-unes de ces dernières dans les notes, mais il nous a semblé inutile d'être complet. Huygens a apparemment eu sous les yeux tant la version de 1669 que celle de 1687, puisque parfois il se rallie à la première.

Voici les changements qui nous semblent suffisamment importants pour en faire mention ici:

1. Là où l'on lit maintenant (p. 130; les pages citées ici sont celles de l'édition de 1690, indiquées en marge dans le présent Tome): „A regarder simplement les corps, sans cette qualité qu'on appelle pesanteur, leur mouvement est naturellement ou droit ou circulaire", le texte de 1687 avait plus brièvement: „Nous voyons deux sortes de mouvemens dans le monde, le droit, & le circulaire". Nous avons déjà attiré l'attention sur ce passage à la p. 240 du T. XVI.

2. En disant (même page) que Descartes a tâché „d'expliquer la pesanteur par le mouvement de certaine matiere qui tourne autour de la Terre", Huygens ajoute maintenant: „& c'est beaucoup d'avoir eu le premier cette pensée". Quoiqu'à présent il

---

[16]) Voyez sur ce séjour la note 1 de la p. 333 du T. IX, ainsi que les notes 31 de la p. 435 et 34 de la p. 498 qui suivent.
[17]) P. 400—402.
[18]) Notes 25, 26 et 27 des p. 469 et 470.
[19]) T. IX, p. 353.
[20]) T. IX, p. 357.

rejette avec Newton le vortex deferens, il continue à approuver — en admettant, autrement que Descartes, le vide; voyez la p. 473 — l'idée fondamentale que tout mouvement est dû à des chocs de particules.

3. En parlant de ses théorèmes sur la force centrifuge (même page), Huygens avait dit en 1669: „que nous examinerons icy quelque jour". En 1687, quoique certain de ne pas pouvoir retourner à Paris, il avait oublié de corriger ces mots. Dans l'édition de 1690 il écrit: „que l'on peut voir à la fin du livre que j'ay escrit du Mouvement des Pendules" [c. à. d. l'„Horologium oscillatorium" de 1673].

4. A propos de son expérience de la Fig. 129 de la p. 132 — laquelle correspond à la Fig. 260 de la p. 632 du T. XIX — il dit maintenant que le vaisseau cylindrique était „d'environ 8 ou 10 pouces de diametre" et que „le fond estoit blanc & uni". Cela tient au fait que dans la Préface il a cité la Physique de Rohault, disant que son expérience y est mentionnée; or, Rohault donne ces détails.

5. Dans la critique de l'expérience antérieure du même genre de Descartes (deuxième alinéa de la p. 133) le texte de 1687 avait: „ce que je puis bien croire [savoir que les pièces de bois qui se trouvent dans de la dragée de plomb sont amenées au centre par la rotation], mais c'est l'effet de la differente pesanteur du bois et du plomb, considerant tous les corps comme faits d'une mesme matiere"; ce qui a été remplacé par: „ce que je puis bien croire . . . Mais ce qui arrive icy n'est nullement propre à representer l'effet de la pesanteur; puis qu'on devroit conclure de cette experience, que les corps, qui contiennent le moins de matiere, sont ceux qui pesent le plus, ce qui est contraire à ce qui s'observe dans la veritable pesanteur".

Voilà bien le sentiment de Huygens. En 1668 il était déjà d'avis que „chasque corps a de la pesanteur suivant la quantité de la matiere qui le compose" [21]). Ce n'est qu'une curiosité, nous semble-t-il, que plus tard, en considérant les tourbillons magnétiques, et croyant voir que ceux-ci doivent avoir plus de prise sur de la matière d'un tissu plus rare, il se soit laissé aller un instant à soutenir ce qu'il rejette manifestement ici, savoir qu'il en est de même des tourbillons gravifiques [22]).

6. Comme nous l'avons dit à la p. 380 qui précède, un certain alinéa de 1686—1687 de cette page a été omis en 1690. C'est l'alinéa qui aurait précédé celui de la

[21]) T. XIX, p. 625 et 627. Voyez aussi les p. 381—382 qui précèdent.
[22]) T. XIX. p. 560.

p. 457 qui fuit: „Il ne faut pas au refte trouver etranges . . . etc." Or, la raifon pour laquelle cet alinéa a été fupprimé eft évidente. Huygens y difait qu'il n'eft nullement néceffaire de fe figurer des particules d'éther ou de matière fubtile *qui fe touchent*; de même que celles de l'air, fi compreffible, ne fe touchent apparemment pas [23]). C'eft en adoptant cette manière de voir que nous avons dit dans le T. XIX [24]) que fuivant Huygens l'éther luminifère, étant foumis à la pefanteur, doit être plus denfe auprès de la terre (ou auprès d'une autre planète) que loin d'elle [25]). Or, Newton avait fortement infifté fur l'abfence prefque totale de matière dans les immenfités de l'efpace, puifque les planètes et les comètes n'éprouvent apparemment aucune réfiftance appréciable de la part des corpufcules qu'elles rencontrent. Huygens, foutenant que la lumière doit être tranfmife fous forme d'ondes par un milieu matériel, et fe voyant forcé de précifer cette penfée, en vient à dire dans l'Addition (p. 161) que toutes les particules de l'éther „fe touchent, mais que le tiffu de chacune [eft] rare" [26]). D'ailleurs il n'avait pas toujours dit avant l'apparition des „Principia" de Newton qu'il y a des intervalles entre les particules de l'éther; à la p. 573 du T. XIX, dans une Pièce fur le magnétifme datant, nous femble-t-il, de 1678, nous lifons tout auffi bien que dans le „Traité de la Lumière", que „les particules de la matiere etheree fe touchent".

7. Le texte du dernier alinéa de la p. 139 a été modifié: comparez la note 14 de la p. 458 qui fuit. C'eft maintenant feulement qu'il eft dit que „ce qui caufe les diverfes pefanteurs . . c'eft que ceux de ces corps qui font plus pefants, contiennent plus de . . particules, *non en nombre mais en volume*." Si nous comprenons bien cette phrafe, les corps plus denfes contiendraient dans un même volume autant de corpuscules que les corps plus légers, mais les particules y feraient plus groffes: la matière étant une, chez Huygens comme chez Newton, la denfité de toutes les particules, infiniment dures [27]), eft et demeure uniforme. Nous ne voyons pas la raifon pour

[23]) Comparez les p. 5—6 du T. XIX.

[24]) P. 560.

[25]) L'éther pourrait d'ailleurs être quelque peu plus dense auprès des corps célestes même dans le cas où les particules d'éther se touchent, savoir dans le cas où ces particules seraient compressibles. Comparez la note suivante ou plutôt consultez la p. 473 du T. XIX.

[26]) Il n'est pas question en cet endroit de la possibilité — comparez la note précédente — „que les particules d'éther soient encore composées d'autres parties" (Traité de la Lumière, T. XIX, p. 472).

[27]) Voyez p.e., sur la dureté des particules suivant Newton, la p. 245 du T. XIX.

laquelle Huygens introduit cette égalité du nombre des particules, ni comment elle eſt cenſée ſe maintenir dans les corps compreſſibles; il eſt vrai, nous l'avons dit auſſi à la p. 319 du T. XIX, que les corps ſolides *fortement* compreſſibles et extenſibles n'étaient pas encore connus au dix-ſeptième ſiècle.

Mais on pourrait peut-être ſoutenir que Huygens a voulu dire que les corps plus lourds contiennent plus de particules, non pas *néceſſairement en nombre*, mais *néceſſairement en volume*.

8. À la p. 143 la meſure de la terre par Picard eſt venue remplacer celle de Snellius.

9. À la p. 144 l'alinéa „Il y a au reſte pluſieurs effets naturels qui ſemblent demander une matiere extrêmement agitée . . . etc." a été intercalé. En le comparant avec la petite Pièce de 1667 „Qu'il y a une matiere tres ſubtile . . . etc.", imprimée à la p. 553 du T. XIX, on conſtatera une grande analogie. On peut en outre comparer ce que Huygens dit ici ſur la puiſſante action de la gelée, et ſur la néceſſité d'avoir „recours à une impulſion violente de quelque matiere, qui faſſe etendre la glace, en y introduiſant d'autres particules, ou les bulles qui s'y forment, en augmentant l'air qu'elles contiennent" avec le paſſage de 1670, d'ailleurs biffé, de la p. 338 du T. XIX. Ici auſſi nous avons affaire à l'idée fondamentale du N° 2 ci-deſſus, ſavoir que tout mouvement doit provenir de colliſions de particules.

Les auteurs anciens ou modernes cités dans le Diſcours ſont au nombre de 11; voyez ſur les citations en général l'opinion de Huygens exprimée dans le § 5 de la p. 187 du préſent Tome. Dans la Préface Démocrite, Deſcartes, Rohault; dans le Diſcours Deſcartes, Copernic, Picard, Galilée, Richer; dans l'Addition Newton, Deſcartes, Kepler, Römer, Grégoire de St. Vincent; comme on a pu le conſtater auſſi dans les Nos 2 et 9 qui précèdent, c'eſt toujours l'influence de Deſcartes qui prédomine. Vu cependant que les idées de Huygens ſur les particules ſont plutôt celles de Gaſſendi [28]) et que d'autre part on rencontre déjà des tourbillons dans l'antiquité [29]), on peut non moins bien parler de l'influence de Démocrite ſur lui ou plutôt de celle

---

[28]) T. XIX, p. 316. Voyez sur ce qui constitue l'essence des corps suivant Descartes la p. 473 qui suit ainsi que la note 31 de la p. 498 qui suit.

[29]) Voyez les p. 234 et 620 du T. XIX.

du triumvirat Démocrite, Epicure, Lucrèce. Ce qu'il reproche dans la Préface à Démocrite, et ce qu'il aurait pu reprocher de même à Epicure et à Lucrèce — voyez ſur ce dernier la note 49 de la p. 364 — c'eſt d'avoir conſidéré la peſanteur comme „attachée aux corps terreſtres, & aux Atomes meſmes". Qualité inhérente, donc théorie à rejeter! Déjà avant de recevoir l'oeuvre de Newton Huygens écrivait à Fatio [30]: „Je veux bien que [Newton] ne ſoit pas Carteſien pourveu qu'il ne nous faſſe pas des ſuppoſitions comme celle de l'attraction", et dans l'Addition (p. 163): „c'eſt à quoy je ne crois pas que Mr. Newton conſente" ſavoir à ſuppoſer „que la peſanteur fuſt une qualité inherente de la matiere corporelle". C'eſt ce dont il s'eſt ſans doute entretenu avec Newton lui-même en 1689 et ce qu'il a dû auſſi dire clairement dans le diſcours, d'ailleurs inconnu, qu'il prononça en cette année à Londres ſur la peſanteur [31]. De fait, Newton déclarera — nous ne citons que ce ſeul paſſage — dans la troiſième édition de 1726 des Principia [32]: „Attamen gravitatem corporibus eſſentialem eſſe minimè affirmo. Per vim inſitam intelligo ſolam vim inertiæ. Hæc immutabilis eſt. Gravitas recedendo à terrâ, diminuitur". Mais dans la bouche de Newton pareille remarque ne ſignifie pas qu'il faille néceſſairement réduire tout phénomène, et en particulier celui de la gravitation générale, à des colliſions de particules.

Dans les „Penſees meſlees" nous avons entendu Huygens ſe déclarer „contre Lucrèce". Cela ſignifie d'une part qu'il n'accepte pas les idées de Lucrèce ou de ces prédéceſſeurs ſur la genèſe fortuite [33] — et c'était ſurtout, d'après le contexte, en ce ſens-là qu'il fallait interpréter l'exclamation de Huygens dans les „Penſees meslees"

[30]) T. IX, p. 190; lettre du 11 juillet 1687.

[31]) „Je crois voir clairement (p. 159 qui suit), que la cause d'une telle attraction [de toutes les petites parties] n'est point explicable par aucun principe de Mechanique . . ."

Le discours de Huygens de juin 1689 à la Royal Society est mentionné dans la „Correspondence of Sir I. Newton", ed Edlestone, London, 1850, p. XXXI. Huygens lui-même fait mention de la séance du 22 juin à Gresham college (T. IX, p. 333), mais non pas de son discours. D. Brewster („Memoirs of the life, writings and discoveries of Sir Isaac Newton", Th. Constable, Edinburgh, 1855, I, 215) cite à propos de cette séance le „Journal Book of the Royal Society".

[32]) Regula III.

[33]) Tempérées du moins chez Lucrèce par l'existence, suivant le poète, de forces spéciales dans les „semina" et plus généralement dans les êtres vivants; voyez la noté déjà citée de la p. 364 qui précède.

[34]) Comparez la discussion de Huygens avec Pierre Perrault, p, 332 du T. XVIII.

— mais d'autre part, comme la préfente Préface le fait voir, qu'il faut être plus conféquent que Lucrèce et ne point admettre du tout, même dans les êtres vivants, d'autres caufes du mouvement que les „plagæ", les chocs des particules [34]). On remarquera encore plufieurs fois dans la fuite de ce Tome [35]) la féparation nette qui exifte fuivant Huygens entre la période miraculeufe [36]) de la création — ou plutôt d'une création —, où il fonge furtout [37]) à celle d'êtres vivants — car il n'y a rien de miraculeux, femble-t-il, dans la genefe de la terre dont il parle à la p. 152, favoir qu'elle aurait „efte affemblée par l'effect de la pefanteur" —, et le cours ordinaire, mécanique, des chofes.

Le „Traité de Phyfique de Rohault", cité dans la Préface [38]), peut être appelé cartéfien, mais comme dans beaucoup d'ouvrages didactiques et peu originaux on y fent l'effort de l'auteur pour concilier les opinions autant et plus que poffible [39]): „Au refte, on ne trouvera pas que dans tout ce Traité j'aye eu beaucoup de penfées oppofées à celles d'Ariftote; mais il s'en trouvera plus que je ne voudrois, de contraires à celles de la plufpart de fes Commentateurs". On comprend que Huygens, malgré le fait que fa théorie eft „raportée prefque entiere" par Rohault, ait tenu à la publier lui-même. Car enfin, la qualité interne et inhérente faifant tendre les corps en bas — qualité combattue tant par Defcartes que par Huygens — n'eft pas des commentateurs d'Ariftote, mais d'Ariftote lui-même.

Il faut noter à ce propos que Huygens ne fait qu'une diftinction groffière entre divers penfeurs grecs en parlant brièvement de la qualité interne faifant tendre les corps *en bas* & *vers le centre de la Terre*, ou *à un appetit des parties à s'unir au tout*" ce qui font non pas deux, mais trois opinions différentes [40]). À fon avis, parler

[35]) Voyez les §§ 9 et 15 de la Piece „De rationi impervijs" qui suit.

[36]) Nous observons, a propos de cette expression, que Huygens lui-meme n'emploie pas le mot „miraculum" pour désigner quelque chose qui se passerait en dehors des lois de la nature. Voyez la l. 16 de la p. 701 qui suit.

[37]) Mais non pas uniquement. Voyez les §§ 8 et 9 de la Piece „De rationi impervijs".

[38]) Nous en citons ici la quatrieme édition de 1682; voyez la note 6 de la p. 446 qui suit.

[39]) Nous ne soutenons évidemment pas qu'inversement toute tendance conciliatrice — nous songeons a Leibniz — serait signe de médiocrité; loin de la!

[40]) Nous n'avons pas a nous étendre sur ce sujet dont tant d'auteurs ont traité. Le lecteur neerlandais pourra consulter p.e. E. J. Dijksterhuis „Val en Worp", Groningen, Noordhoff, 1924, cité aussi a la p. 106 du T. XVI.

plus longuement d'opinions si erronées ne siérait guère a un auteur épris non d'érudition [41]) mais de la recherche de la vérité [42]). Il est egalement bref au sujet des „restaurateurs modernes de la Philosophie" antérieurs à Descartes qui à son avis „ne sont allez guere plus loin [43])".

Quoique Huygens soit parfaitement clair il aurait peut-être trouvé plus d'adhérents à sa nouvelle théorie de la pesanteur s'il l'avait débitée dans des termes plus courts et plus marqués de l'empreinte de la conviction. La ligne „Tourbillons detruits par Newton. Tourbillons de mouvement spherique a la place" de la f. 122 des „Chartæ astronomicæ" exprime sa volte-face ou demi-volte-face en une sentence propre à se graver dans la mémoire. Les tourbillons sont morts: vivent les tourbillons! Dans le présent Traité au contraire on ne remarque pas nettement la suite historique de ses idées. Il parle (p. 134—135) de la nécessité de ne pas admettre avec Descartes „une matiere [celle du tourbillon] qui se mouvroit continuellement & toute d'un mesme costé", puisqu'elle chasserait tous les corps vers l'axe et non pas vers le centre de la terre; il faut au contraire que la „matiere fluide" soit „diversement agitée en tous sens" de sorte que les mouvements „se fassent dans des surfaces spheriques [„en tous sens"] à l'entour du centre"; ensuite, beaucoup plus loin, il parle (p. 160) des „Tourbillons de Mr. des Cartes, qui m'avoient autrefois paru fort vraisemblables, & que j'avois encore dans l'esprit" et en même temps du fait qu'il n'avait, lui, „point etendu [comme Newton] l'action de la pesanteur à de si grandes distances [savoir de la terre à la lune et du soleil aux planètes et aux comètes]". En lisant ces considérations, mêlées à d'autres, il n'est guère possible de se rendre nettement compte de l'évolution des idées de Huygens qui avait été, pouvons-nous dire, la suivante. En lisant à l'âge de 15 ou 16 ans les Principes de Descartes, il avait ajouté foi à son système, c. à. d. il avait admis les tourbillons unilatéraux et contigus autour du soleil et des autres étoiles. Nous avons dit plus haut [44]) que Rembrantsz. van Nierop, dans sa „Nederduytsche Astronomia" de 1653, admet lui aussi ces tourbillons unilatéraux et contigus. Ils servaient, dans le cas du soleil, à mouvoir les planètes. La terre possédait également

[41]) Ou du moins dédaignant de faire montre de son érudition.
[42]) Pièce des p. 187—188 qui précédent.
[43]) Voyez la note 3 de la p. 446 qui suit.
[44]) P. 130.

ſuivant cette manière de voir, un tourbillon unilatéral menant la lune, ſans que ce tourbillon-là ou les tourbillons analogues des autres planètes fuſſent bornés (comme les grands tourbillons que nous avons appelés „contigus") par d'autres tourbillons du même genre. Chacun des tourbillons nommés, charriant des planètes ou ſatellites ou capable d'en charrier, peut être appelé un vortex deferens. Les comètes n'avaient point de tourbillons. Quant à la peſanteur que nous obſervons, elle était également dite par Deſcartes être produite par un tourbillon unilatéral autour de l'axe de la terre. Plus tard, peut-être bientôt, Huygens remarqua que ce dernier tourbillon ne ſatisfait pas, qu'il fallait le remplacer pas des mouvements tourbillonnaires *en tous ſens* ſuivant des grands cercles autour du centre de la terre; mais il continua à croire au vortex deferens unilatéral menant la lune [45]) ainſi qu'aux grands tourbillons unilatéraux autour du ſoleil et des autres étoiles. Seulement ces derniers ne lui paraiſſaient plus *contigus*. C'eſt ce qu'il dit en 1669 dans la diſcuſſion qui ſuivit ſon diſcours de la cauſe de la peſanteur. C'eſt là un point important ſur lequel nous l'avons entendu inſiſter dans ſes „Penſees meſlees" de 1686. Dans le Diſcours publié en 1690 il n'en dit rien, c'eſt pourquoi ſon expoſé ſuccinct de la ſuite de ſes idées eſt bien incomplet. Les comètes, ſe mouvant encore d'après ſon ſentiment de 1686 à peu près ſuivant des lignes droites, comme elles l'avaient fait pour Kepler, reſtaient toujours dépourvus de tout tourbillon, et leur paſſage au travers des tourbillons étrangers, ſans qu'ils fuſſent emportés par ceux-ci, était un phénomène bien remarquable, à peine explicable.

Or, après la lecture des „Principia" de Newton Huygens perdit entièrement ſa foi aux vortices deferentes. Il comprit que le mouvement — du moins le mouvement viſible — des comètes eſt du même genre que celui des planètes, que ces dernières ont donc auſſi peu beſoin d'un vortex deferens que les premières: le mouvement acquis et la peſanteur vers le ſoleil, inverſement proportionnelle au carré de la distance à cet aſtre, ſuffiſent pour expliquer la forme des orbites, qui eſt une forme elliptique non ſeulement pour les planètes mais auſſi, malgré Kepler, pour les comètes.

Cependant l'idée fondamentale adoptée par Deſcartes — diſons plutôt par Gas-

[45]) Chez Descartes nous ne voyons pas que le vortex unilatéral causant la pesanteur et le vortex unilatéral menant la lune soient nettement distingués l'un de l'autre. Dans le Cap. CLI de la Pars Tertia des „Principia Philosophiæ" („Cur Luna celerius feratur quam Terra") nous lisons que „ambæ [la terre et la lune, tournant l'une et l'autre autour du même axe ou peu s'en faut] agantur ab eadem materia coelesti".

fendi, puifque Huygens, comme lui, admet le vide et les atomes infiniment durs — que tout mouvement provient d'un autre mouvement, que tout phénomène phyfique eft donc dû à des collifions de petites particules, continua à trouver pleine créance auprès de Huygens. L'attraction apparente ne pouvait par conféquent être expliquée, à fon avis, que par des courants matériels. Or, comme Newton avait démontré que la pefanteur terreftre s'étend jufqu'à la lune, il crut devoir interpréter ce fait en étendant au moins jufqu'à la hauteur de la lune fes mouvements tourbillonnaires en tous fens fuivant des grands cercles poffédant tous le même centre que la terre. Pour que le foleil menât, ou plutôt pût fembler mener, les planètes, comme la terre femble mener la lune, il fallait auffi fuppofer autour de lui, et fans doute autour des autres étoiles fixes, des mouvements tourbillonnaires en tous fens. Huygens ne difcute pas la queftion, impoffible à réfoudre, de favoir jufqu'où ces mouvements s'étendent — on a vu, Penfees meflees § 39, qu'il juge poffible l'exiftence de planètes au delà de Saturne — [46]), mais vu fa connaiffance de la grande diftance des étoiles entr'elles, nous pouvons être affurés — ou plutôt: nous favons certainement — que fes nouveaux tourbillons multilatéraux étaient à fon avis tout auffi peu contigus que fes anciens vortices deferentes, qu'ils étaient au contraire auffi ifolés l'un de l'autre que ceux [unilatéraux] qu'on voit parfois dans des courants d'eau ou des étangs [47]).

Cette croyance aux tourbillons multilatéraux ou fphériques en tous fens était bien la feule poffible pour Huygens à moins que d'abandonner entièrement fa conviction du mécanifme univerfel („les voies dont je me fuis fervi", p. 161), autrement dit celle de l'importance fondamentale des chocs des particules. Auffi la Correfpondance nous apprend-elle qu'il eft refté dans cette opinion depuis 1687 jufqu'à fa mort. Le 24 août 1694 [48]) il déclare dans une lettre à Leibniz ne pas voir „qu'on ait encore apporté de difficulté confiderable contre la caufe [de la pefanteur] que j'ay expliquée dans mon difcours".

Il s'enfuivait qu'il ne pouvait être convaincu de l'exactitude de toutes les conféquences tirées par Newton de l'hypothèfe („point explicable par aucun principe de

[46]) Comparez la fin de la note 23 de la p. 496 qui suit.

[47]) A la p. 123 v des „Chartæ astronomicæ" (faisant partie des „Chartæ ad Cosmotheoron pertinentes") on lit à la fois: Rectifier l'idee des tourbillons et Tourbillons neceffaires, la terre s'en fuiroit du soleil. mais fort diftans l'un de l'autre et non pas comme ceux de M. des Cartes, fe touchants.

Voyez aussi l'avant-dernier alinéa du deuxième livre du „Cosmotheoros".

[48]) T. X, p. 669.

Mechanique", p. 159) de l'attraction univerſelle des petites parties. Il ne voyait donc pas de raiſon pour admettre qu'au dedans de la terre la peſanteur décroîtroit proportionnellement à la diſtance. On a déjà vu plus haut (p. 386) qu'une peſanteur conſtante dans l'intérieur de la terre lui ſemblait plus probable.

Aux p. 166 et 167 du Diſcours Huygens s'élève contre l'idée qu'il exiſterait, en vertu de la non-ſphéricité de la terre, une deuxième inégalité des pendules, provenant de la loi newtonienne, inégalité agiſſant dans le même ſens que la première qui était celle due à la force centrifuge. Seulement ce qui eſt conſidéré ici comme „la loi newtonienne", ou plutôt ce que nous avons nous-même pour un inſtant déſigné par ce terme, c'eſt l'idée que pour un ſphéroïde les peſanteurs aux poles et à l'équateur, ainſi qu'ailleurs, feraient inverſement proportionnelles aux carrés des diſtances du centre. Huygens calcule que par cette deuxième inégalité, jointe à la première, un pendule de longueur donnée „iroit plus lentement ſous l'Equateur que ſous le Pole, du double de ce qu'elle retardoit par le mouvement [tournant] de la Terre"; il „doute fort que l'experience confirme cette grande variation". Ce qu'il réſute ici, ou du moins ce qu'il dit conſidérer comme bien peu probable, ne correſpond pas préciſément au réſultat du calcul de Newton ſuivant lequel [49]) la peſanteur aux poles d'un ſphéroïde (de denſité conſtante) dépourvu de rotation eſt ſans doute plus grande que celle à l'équateur, mais non pas ſuivant la proportion inverſe des carrés des diſtances au centre. Il eſt vrai qu'on peut dire que le rapport des dites peſanteurs eſt chez Newton du même ordre de grandeur, quoique plus petit, que celui ſuppoſé ici par Huygens.

Les p. 167—168 ſont occupées par des conſidérations ſur la grandeur de la peſanteur auprès de la ſurface de Jupiter et du Soleil et ſur les dimenſions du ſyſtème planétaire (voyez les p. 409—412 qui précèdent). Huygens y attribue la chaleur du ſoleil au fait que ſes particules „frappent contre les particules de l'Ether [50]) [en

[49]) Prop. XIX, Probl. III du Lib. III des „Principia".
En septembre 1690 (T. IX, p. 484) Huygens écrit à Papin qu'il n'est pas impossible que les expériences ultérieures avec les pendules donneront des résultats qui s'écartent quelque peu de ceux qu'avait fournis le voyage de 1687 du Cap de Bonne Espérance à Texel. Il cite la p. 166 de son Discours et parle de „la diverse pesanteur *de Mr. Newton* [nous soulignons]" qui „peut n'avoir pas lieu icy"; comme nous l'avons dit dans le texte, ce n'est pas en réalité de la loi de Newton qu'il s'agit ici. Comparez la p. 422 qui précède.

mouvement rapide] qui les environne", apparemment ſans ſe ſoucier de l'épuiſement ou du moins la diminution du mouvement de rotation qui, dirait-on, pourrait en réſulter.

L'Addition ſe termine par des conſidérations mathématiques, ſe rattachant aux calculs et conſtructions de Huygens de 1668 ainſi qu'à ceux de Newton, ſur le mouvement d'un corps punctiforme dans un milieu dont la réſiſtance eſt proportionnelle ſoit à la première ſoit à la deuxième puiſſance de la viteſſe, et ſur les propriétés de la ligne logarithmique employée dans les dites conſtructions.

Dans l'édition des oeuvres de Huygens par 's Graveſande [51]) celui-ci a fait imprimer les démonſtrations des théorèmes de Huygens ſur la logarithmique telles qu'elles avaient été données en 1701 par Guido Grandi dans l'ouvrage „Geometrica demonſtratio theorematum Hugenianorum circa logiſticam etc." dont nous avons donné le titre complet à la p. 473 du T. XIV. Nous nous contentons ici d'indiquer dans des notes les endroits où l'on peut trouver les démonſtrations de Huygens lui-même lesquelles étaient inconnues tant à 's Graveſande qu'à Grandi.

Apparemment Huygens a tenu à conclure ſon Diſcours de la même façon qu'il avait terminé l'„Horologium oſcillatorium" et le „Traité de la Lumière", ſavoir par une ſérie de théorèmes inconteſtablement exacts.

Nous avons déjà mentionné à la p. 402 du T. XIX une réimpreſſion [52]) du Diſcours de 1885 par W. Burckhardt. Une traduction allemande par R. Mewes a paru à Berlin en 1893 [53]).

---

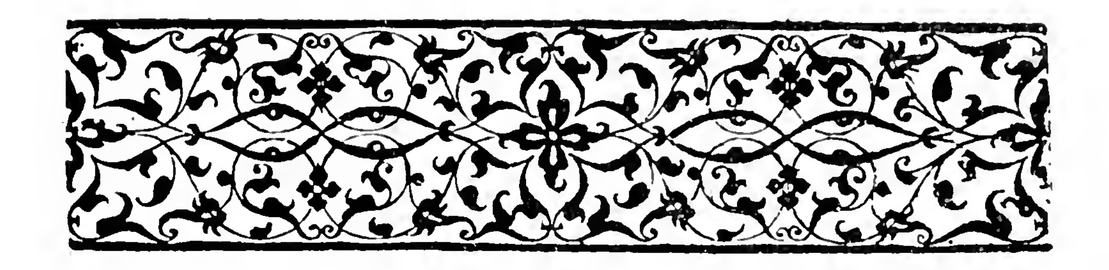
[50]) Comparez la note 1 de la p. 288 du T. XIX.
[51]) Opera reliqua, T. I, 1728.
[52]) Sans aucune note.
[53]) Chez A. Friedländer. Voyez sur la préface la note 21 de la p. 496 qui suit.

DISCOURS DE LA CAUSE DE LA PESANTEUR.

Par C H D. Z.



A LEIDE,
Chez PIERRE VANDER AA, Marchand Libraire.
MDCXC.



PRÉFACE.

La Nature agit par des voies ſi ſecrettes & ſi imperceptibles, en amenant vers la Terre les corps qu'on appelle peſants, que quelque attention ou induſtrie qu'on emploie, les ſens n'y ſçauroient rien decouvrir. C'eſt ce qui a obligé les Philoſophes des ſiecles paſſez à ne chercher la cauſe de cet admirable effet, que dans les corps meſmes, & de l'attribuer à quelque qualité interne & inherente, qui les faiſoit tendre en bas & vers le centre de la Terre, ou à un appetit des parties à s'unir au tout. ce qui n'eſtoit pas expoſer les cauſes, mais ſuppoſer des Principes obſcurs & non entendus. On peut le pardonner à ceux qui ſe contentoient de pareilles ſolutions en bien de rencontres; mais non pas ſi bien à Democrite & à ceux de ſa Secte, qui aiant entrepris de rendre raiſon de tout par les Atomes, en ont excepté la ſeule Peſanteur; qu'ils ont attachée aux corps terreſtres, & aux Atomes meſmes. ſans s'enquerir d'où elle leur pouvoit venir [1]). Parmi les autheurs & reſtaurateurs modernes de la Philoſophie, pluſieurs ont bien jugé qu'il faloit etablir quelque choſe au dehors des corps, pour cauſer les attractions & les ſuites qu'on y obſerve: mais ils ne ſont allez guere plus loin que ces premiers, lors qu'ils ont eu recours, les uns à un air ſubtil & peſant, [2]) qui en preſſant les corps les fiſt deſcendre; (car c'eſt ſuppoſer deſja une peſanteur, & il eſt ſi fort contre les loix de la Mechanique de vouloir qu'une matiere liquide & peſante preſſe en bas les corps qu'elle environne, qu'au contraire elle devroit les faire

---

[1]) Voyez à la p. 364 qui précède, notre note sur Lucrèce. Et comparez ce que Huygens dit dans les premières lignes de la p. 404 du T. X, datant de 1693, sur Démocrite et Epicure.

[2]) H. Cardani De Subtilitate Libri XXI, Basileæ 1614 (premiére édition 1551), p. 85: „aër sub initio motus motum non juvat, nisi parum, succedente tempore aeris motus naturalis ut movetur validior fit etc.".

monter, eftant fuppofez fans aucun poids en eux mefmes, tout ainfi que l'eau fait monter une phiole vuide qu'on y enfonce:) les autres à des efprits & à des emanations immaterielles;[3]) ce qui n'eclaircit de rien, puifque nous n'avons nulle conception, comment ce qui eft immateriel donne du mouvement à une fubftance corporelle.

Mr. Des Cartes a mieux reconnu que ceux qui l'ont precedé, qu'on ne comprendroit jamais rien d'avantage dans la Phyfique, que ce qu'on pourroit raporter à des Principes qui n'excedent pas la portée de noftre efprit, tels que font ceux qui dependent des corps, confiderez fans qualitez, & de leurs mouvements. Mais comme la plus grande difficulté confifte a faire voir comment tant de chofes diverfes font effectuées par ces feuls Principes, c'eft à cela qu'il n'a pas fort reüffi dans plufieurs fujets particuliers qu'il s'eft propofé à examiner: defquels eft entre autres, à mon avis, celuy de la Pefanteur. On en jugera par les remarques que je fais en quelques endroits fur ce qu'il en a efcrit; aux quelles j'en aurois pû joindre d'autres. Et cependant j'avoue que fes effais, & fes vuës, quoyque fauffes, ont fervi à m'ouvrir le chemin à ce que j'ay trouvé fur ce mefme fujet [4]).

Je ne le donne pas comme eftant exemt de tout doute, ni à quoy on ne puiffe faire des objections. Il eft trop difficile d'aller jufques là dans des recherches de cette nature. Je crois pourtant que fi l'hypothefe principale, fur la quelle je me fonde, n'eft pas la veritable, il y a peu d'efperance qu'on la puiffe rencontrer, en demeurant dans les limites de la vraye & faine Philofophie [5]).

Au refte, ce que j'apporte icy, entant qu'il ne regarde que la caufe de la Pefanteur, ne paroitra pas nouveau à ceux qui auront lû le Traité de Phyfique de Mr. Rohault [6]);

---

[3]) Voyez p.e. notre citation de Baco Verulamius dans la note 2 de la p. 629 du T. XIX: il y est question d'une „emissio spirituum & virtutis immateriatæ" causant le „motus gravitatis". Evidemment Huygens songe aussi à la „virtus tractoria" de Kepler: dans l'„Introductio" de l'„Astronomia nova" de 1609 p.e. Kepler parlait, à propos des marées, de l'„orbis virtutis tractoriæ, quæ est in luna" et „porrigitur usque ad terras". Nous rappelons en outre que dans son „Traité de Mechanique" de 1636 Roberval admettait l'„attraction de toutes les parties de la terre" (T. XIX, p. 184 et 621).

[4]) Voyez p.e. la p. 244 du T. XVII.

[5]) Comparez le troisième alinéa de la p. 461 du T. XIX: en cet endroit du „Traité de la Lumière" publié simultanément avec le présent Discours, Huygens parlait de la vraye Philosophie, dans laquelle on conçoit la caufe de tous les effets naturels par des raifons de mechanique. Nous avons aussi cité ces lignes dans la note 1 de la p. 4 du T. XIX.

[6]) Quatrième édition: „Traité de Physique" par Jacques Rohault, Paris, G. Desprez, 1682. La première édition était de 1671.

parce que ma Theorie y eſt raportée preſque entiere. Car ce Philoſophe ayant vû mon Experience de l'eau tournante, & ayant entendu l'application que j'en faiſois, (ainſi qu'il le reconnoit avec ingenuité,) a trouvé aſſez de vraiſemblance dans mon opinion, pour la vouloir ſuivre. Mais parce que parmy mes penſées, il meſle aucunement celles de Mr. Des Cartes, & les ſienes propres, & qu'il omet pluſieurs choſes qui apartienent à cette matiere, dont il y en a qu'il ne pouvoit pas ſçavoir, j'ay eſté bien aiſe qu'on viſt comme je l'ay traitée moy meſme.

La plus grande partie de ce Diſcours a eſté écrite du temps que je demeurois à Paris, & elle eſt dans les Regiſtres de l'Academie Royale des Sciences, juſques à l'endroit où il eſt parlé de l'alteration des Pendules par le mouvement de la Terre. Le reſte a eſté adjouté pluſieurs années apres: & en ſuite encore l'Addition, à l'occaſion qu'on y trouvera indiquée au commencement.

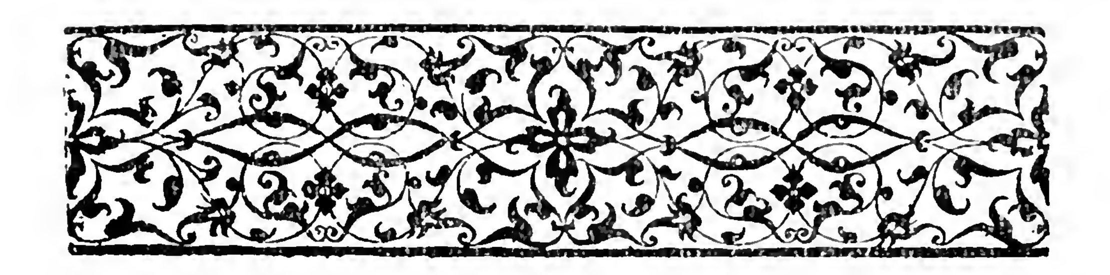
TABLE DES MATIERES

Traitées dans ce Discours [1]).

---

[1]) Un brouillon de cette Table des Matieres se trouve sur la f. 32 du Manuscrit G. La Table imprimée reproduit assez fidèlement celle du Manuscrit. Notons que Huygens a omis la première phrase du brouillon: „Que je ne me sers que de Principes fort simples" et qu'il n'est pas encore question dans ce dernier du sujet ultime „Proprietez remarquables de la Ligne Logarithmique".

[2]) Dans le brouillon: „inégalité"; c'est l'expression dont Huygens se sert aussi à la p. 166. On pourrait songer à propos du mot „irregularité" à une faute de transcription ou d'impression.



DISCOURS DE LA CAUSE
DE LA PESANTEUR.



Pour trouver une cauſe intelligible de la Peſanteur, il faut voir comment il ſe peut faire, en ne ſuppoſant dans la nature que des corps qui ſoient faits d'une meſme matiere, dans leſquels on ne conſidere aucune qualité ni aucune inclination à s'approcher les uns des autres, mais ſeulement des differentes grandeurs, figures, & mouvements; comment, disje il ſe peut faire que pluſieurs pourtant de ces corps tendent directement vers un meſme centre, & s'y tienent aſſemblez à l'entour; qui eſt le plus ordinaire & le principal phenomene de ce que nous appelons peſanteur.

La ſimplicité des principes que j'admets, ne laiſſe pas beaucoup de choix dans cette recherche. car on juge bien d'abord qu'il n'y a point d'apparence d'attribuer à la figure, ni à la petiteſſe des corpuſcules, quelque effet ſemblable à celuy de la peſanteur; laquelle eſtant un effort, ou une inclination au mouvement, doit vraiſemblablement eſtre produite par un mouvement. De ſorte qu'il ne reſte qu'à chercher de quelle maniere il peut agir, & dans quels corps il ſe peut rencontrer.

A regarder ſimplement les corps, ſans cette qualité qu'on appelle peſanteur, leur (*p.* 130).
mouvement eſt naturellement ou droit ou circulaire [1]). Le premier leur apartenant lors qu'ils ſe meuvent ſans empeſchement: l'autre quand ils ſont retenus autour de quelque centre, ou qu'ils tournent ſur leur centre meſme. Nous connoiſſons aucunement la nature du mouvement droit, & les loix que gardent les corps dans la communication de leurs mouvements, lorſqu'ils ſe rencontrent. Mais tant que l'on ne conſidere que cette ſorte de mouvement, & les reflexions qui en arrivent entre les parties de la matiere, on ne trouve rien qui les determine à tendre vers un centre. Il faut donc venir neceſſairement aux proprietéz du mouvement circulaire, & voir s'il y en a quelqu'une qui nous puiſſe ſervir.

Je ſçay que Mr. Des Cartes a auſſi taſché dans ſa Phyſique d'expliquer la peſanteur par le mouvement de certaine matiere qui tourne autour de la Terre; & c'eſt beaucoup d'avoir eu le premier cette penſée [1]). Mais l'on verra, par les remarques que je

---

[1]) Voyez sur ce texte de l'édition de 1690 la p. 431 de l'Avertissement qui précède.

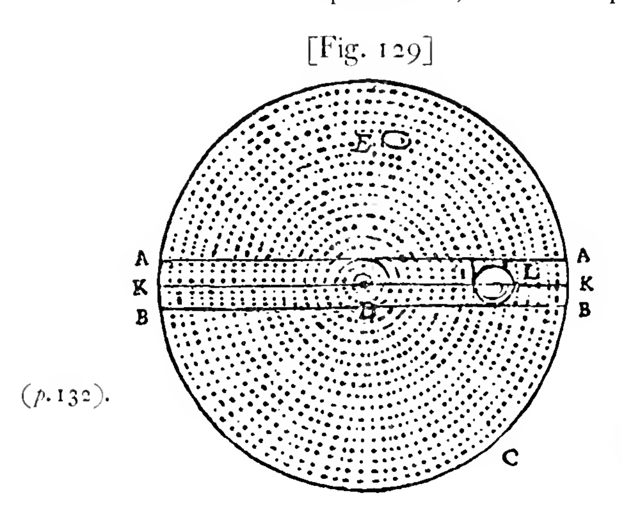
feray dans la suite de ce discours, en quoy sa maniere est differente de celle que je vais proposer, & aussi en quoy elle m'a semblé defectueuse.

Il a consideré, comme moy, l'effort que font les corps, qui tournent circulairement, à s'eloigner du centre; dont l'experience ne nous permet pas de douter. Car en tournant une pierre dans une fronde, l'on sent qu'elle nous tire la main, & cela d'autant plus fort que l'on tourne plus viste; jusques là mesme que la corde peut venir à se casser. J'ay fait voir cy devant cette mesme proprieté du mouvement circulaire, en attachant des corps pesants sur une table ronde, percée au centre, & qui tournoit sur un pivot; & j'ay trouvé la determination de sa force, & plusieurs Theoremes qui la concernent [2]): que l'on peut voir à la fin du livre que j'ay escrit du Mouvement des
(p. 131). Pendules. Par exemple, je dis qu'un corps tournant en rond, au bout d'une | corde etendue horizontalement, s'il va avec la vitesse qu'il pourroit acquerir par sa chute, en tombant d'une hauteur egale à la moitié de la mesme corde, c'est-à-dire au quart du diametre de la circonference qu'il decrit, elle sera tirée justement avec autant de force que si elle soutenoit le mesme corps suspendu en l'air [3]).

L'effort à s'eloigner du centre est donc un effet constant du mouvement circulaire. & quoyque cet effet semble directement opposé à celuy de la gravité, & que l'on ait objecté à Copernic que, par le tournoiement de la terre en 24 heures, les maisons & les hommes devroient estre jettez dans l'air; je feray voir pourtant, que ce mesme effort, que font les corps tournants en rond à s'eloigner du centre, est cause que d'autres corps concourrent vers le mesme centre.

7. Imaginons nous [Fig. 129] qu'à l'entour du centre D il tourne de la matiere fluide contenue dans l'espace ABC, dont elle ne puisse point sortir à cause des autres corps qui l'environnent. Il est certain que toutes les parties de ce fluide font effort pour s'eloigner du centre D; mais sans aucun effet, puis que celles, qui devroient succeder en leur place, ont la mesme inclination à s'eloigner de ce centre. Mais si parmy les parties de cette matiere il y en avoit quelqu'une, comme F, qui ne suivist pas le mouvement circulaire des autres, ou qui allast moins vite que celles qui l'environnent; je dis qu'elle sera poussée vers le
(p. 132). centre. parce que ne faisant | point d'effort pour s'en eloigner, ou en faisant moins que les parties prochaines, elle cedera à l'effort de celles qui seront moins eloignées

[Fig. 129]



[2]) Passage cité à la p. 328 du T. XVI dans un Appendice au Traité de la Force centrifuge.
[3]) Ceci correspond à la Proposition VI du Traité de la Force Centrifuge (T. XVI, p. 277).

du centre D, & leur fera place en s'approchant vers ce centre, puisqu'elle ne le ſçauroit faire autrement.

L'on peut voir cet effet par une experience que j'ay faite expres pour cela [4]), qui merite bien d'eſtre remarquée, parce qu'elle fait voir à l'œil une image de la peſanteur. Je pris un vaiſſeau cylindrique, d'environ 8 ou 10 pouces de diametre, & dont le fond eſtoit blanc & uni. ſa hauteur n'avoit que la moitié ou le tiers de ſa largeur [5]). L'ayant rempli d'eau, j'y jettay de la cire d'Eſpagne concaſſée [6]), qui, eſtant tant ſoit peu plus peſante que l'eau, va au fond; & en ſuite je le couvris d'un verre, appliqué immediatement ſur l'eau, que j'attachay tout autour avec du ciment, afin que rien ne puſt echaper. Eſtant ainſi ajuſté, je plaçay ce vaiſſeau au milieu de la table ronde, dont j'ay parlé peu devant; & la faiſant tourner, je vis auſſi toſt que les brins de la cire d'Eſpagne, qui touchoient au fond, & ſuivoient mieux le mouvement du vaiſſeau que ne faiſoit l'eau, s'allerent mettre tout autour des bords [7]), par la raiſon qu'ils avoient plus de force que l'eau à s'eloigner du centre. Mais ayant continué un peu de temps à faire tourner le vaiſſeau avec la table, par où l'eau acqueroit de plus en plus le mouvement circulaire, j'arreſtay ſoudainement la table; & alors à l'inſtant toute la cire d'Eſpagne s'enfuit au centre en un monceau, qui me repreſenta l'effet de | la peſanteur. Et la (p. 133). raiſon de cecy eſtoit que l'eau, non-obſtant le repos du vaiſſeau, continuoit encore ſon mouvement circulaire, & par conſequent ſon effort à s'eloigner du centre; au lieu que la cire d'Eſpagne l'avoit perdu, ou peu s'en faut, pour toucher au fond du vaiſſeau que eſtoit arreſté. Je remarquay auſſi que cette poudre s'alloit rendre au centre par des lignes Spirales, parce que l'eau l'entrainoit encore quelque peu. Mais ſi l'on ajuſte, dans ce vaiſſeau, quelque corps en ſorte, qu'il ne puiſſe point du tout ſuivre le mouvement de l'eau, mais ſeulement s'en aller vers le centre, il y ſera alors pouſſé tout droit. Comme ſi L eſt une petite boule, qui puiſſe rouler librement ſur le fond, entre les filets A A, B B & un troiſiéme un peu plus élevé K K, tendus horizontalement par le milieu du vaiſſeau; l'on verra qu'auſſi toſt que le mouvement du vaiſſeau ſera arreſté, cette boule s'en ira au centre D. Et il faut noter que, dans cette derniere experience, on peut rendre le corps L de la meſme peſanteur que l'eau, & que la choſe

[4]) Le Discours tel qu'il était en 1687 (publié en 1693, voyez l'Avertissement) avoit „une experience fort aisée, qui . . . etc.".

[5]) Ces détails sur le vaisseau ne se trouvaient pas encore dans le texte de 1687—1693. La couleur blanche du vaisseau avait été mentionnée par Rohault dans son livre cité dans la note 6 de la p. 446 qui précède.

[6]) Dans le texte de 1687—1693 il était question de „sciure de bois" ou de cire d'Espagne. En 1669 (T. XIX, p. 633) Huygens ne parlait encore que de „quelque matiere un peu plus pesante que l'eau".

[7]) Ceci n'avait pas été dit si clairement dans les textes précédents, où le lecteur apprenait seulement que les particules considérées n'avaient pas de tendance à se rapprocher du centre.

en fuccedera encore mieux; de forte que, fans aucune difference de pefanteur des corps qui font dans le vaiffeau, le feul mouvement en produit icy l'effect.

L'experience que Mr. Des Cartes propofe, dans une de fes lettres imprimées [8]), differe beaucoup de cellecy. car il remplit le vaiffeau A B C de menuë dragée de plomb entre-meflée de quelques pieces de bois, ou d'autre matiere plus legere que le plomb: & faifant tout tourner enfemble, il dit que les pieces de bois feront chaffées vers le milieu du vafe. ce que je puis bien croire, pourvu toutefois qu'on frappaft legerement fur les bords du vaiffeau, pour faciliter la feparation de ces deux matieres. Mais ce qui arrive icy n'eft nullement propre à reprefenter l'effet de la pefanteur; puis qu'on devroit conclure de cette experience, que les corps, qui contienent le moins de matiere, font ceux qui pefent le plus. ce qui eft contraire à ce qui s'obferve (p. 134). dans la veritable pefanteur [9]). Il propofe encore, dans une autre | lettre [10]), de jetter, dans de l'eau tournante, de petits morceaux de bois, & il dit qu'ils s'en iront vers le milieu de l'eau. Au quel endroit s'il entend du bois qui nage fur l'eau, comme il y a de l'apparence, il ne fe fera point de concentration. Mais s'il veut qu'il aille au fond, ce fera veritablement la mefme experience que j'ay propofée peu auparavant, & le bois s'amaffera au centre, mais ce fera à caufe qu'en touchant au fond du vafe, fon mouvement circulaire fera retardé, de laquelle raifon Mr. Des Cartes n'a point parlé.

Or ayant trouvé dans la nature un effect femblable à celuy de la pefanteur, & dont la caufe eft connuë, il refte à voir fi l'on peut fuppofer qu'il arrive quelque chofe de pareil à l'égard de la Terre, c'eft à dire qu'il y ait quelque mouvement de matiere qui contraigne les corps à tendre au centre, & qui s'accommode en mefme temps à tous les autres phenomenes de la pefanteur.

Suppofant le mouvement journalier de la Terre, & que l'air & l'ether qui l'environnent ayent ce mefme mouvement, il n'y a encore rien en cela qui doive produire la pefanteur: puifque, fuivant l'experience peu devant rapportée, les corps terreftres ne devroient point fuivre ce mouvement circulaire de la matiere celefte, mais eftre à fon égard comme en repos, s'il faloit qu'ils fuffent pouffez par elle vers le centre.

---

[8]) La lettre 32 du T. 2 de l'édition de Clerselier, comme cela est écrit en marge dans l'edition de 1693. C'est une lettre à Mersenne du 16 octobre 1639, N° CLXXIV du T. II de 1898 des Oeuvres de Descartes, éd. Ch. Adam et P. Tannery.

[9]) Texte de 1687—1693: „ce que je puis bien croire, mais c'est un effet de la differente pesanteur du bois et du plomb: considerant tous les corps comme faits d'une mesme matiere".

Voyez aussi le deuxième alinéa du N° 5 de la p. 432 de l'Avertissement qui précède sur l'idée que les corps contenant peu de matière pourraient être plus pesants que ceux qui en contiennent beaucoup.

[10]) Nous ne voyons pas de quelle lettre de Descartes Huygens entend parler.

Que si l'on vouloit que la matiere celeste tournast du mesme costé que la Terre, mais avec beaucoup plus de vitesse, il s'ensuivroit que ce mouvement rapide, d'une matiere qui se mouvroit continuellement & toute d'un mesme costé, se feroit sentir, & qu'elle emporteroit avec elle les corps qui sont sur la Terre; de mesme que l'eau emporte la cire d'Espagne dans nostre experience; ce qui pourtant ne se fait nullement. Mais outre cela, ce mouvement circulaire, autour de l'axe de la Terre, ne pourroit en tout cas chasser les corps, qui ne suivent pas le | mesme mouvement, que vers ce (p. 135). mesme axe, de sorte que nous ne verrions pas les corps pesants tomber perpendiculairement à l'horizon, mais par des lignes perpendiculaires à l'axe du monde, ce qui est encore contre l'experience.

Pour expliquer donc la pesanteur de la maniere que je la conçois [11]), je supposeray que dans l'espace spherique, qui comprend la Terre & les corps qui sont au tour d'elle jusqu'à une grande estenduë, il y a une matiere fluide qui consiste en des parties tres petites, & qui est diversement agitée en tous sens, avec beaucoup de rapidité. Laquelle matiere ne pouvant sortir de cet espace, qui est entouré d'autres corps, je dis que son mouvement doit devenir en partie circulaire autour du centre; non pas tellement pourtant qu'elle viene à tourner toute d'un mesme sens, mais en sorte que la plusspart de ses mouvemens differens se fassent dans des surfaces spheriques à l'entour du centre dudit espace, qui pour cela devient aussi le centre de la Terre.

La raison de ce mouvement circulaire est que la matiere contenue dans quelque espace, se meut plus aisement de cette maniere que par des mouvemens droits contraires les uns aux autres, lesquels mesme en se reflechissant, (parce que la matiere ne peut pas sortir de l'espace qui l'enferme) sont reduits à se changer en circulaires.

L'on voit cet effect du mouvement lors qu'on essaie de l'argent par la Coupelle; car la petite boule de plomb meslée d'argent, ayant ses parties fortement agitées par la chaleur, tourne incessament autour de son centre, tantost d'un costé tantost d'un autre, changeant à tous momens, & si viste que l'oeil a de la peine à s'en appercevoir. Il arrive encore la mesme chose à une goute de suif de chandelle, lors que la tenant suspendue à la pointe des mouchettes, on l'approche de la flame, car elle se met à tourner avec une tres grande vitesse.

Il est vray que d'ordinaire cette goute tourne toute d'un | costé ou d'autre, selon (p. 136). que la flame de la chandelle vient à la toucher. Mais dans la matiere celeste, que j'ay supposée, il n'en doit pas arriver de mesme, par ce qu'ayant une fois du mouvement en tous sens, il faut qu'il en demeure tousjours, quoyqu'il soit changé en spherique, par ce qu'il n'y a pas de raison pourquoy le mouvement d'une partie de la matiere

---

[11]) Texte précédent (1687—1693): „Pour arriver (en 1669: parvenir) donc à une cause possible de la pesanteur".

l'emporteroit ſur celuy des autres, pour faire que toute la maſſe tournaſt d'un meſme ſens. Car au contraire, la loy de la nature, que j'ay rapportée ailleurs, eſt telle dans la rencontre des corps qui ſont diverſement agitez, qu'il s'y conſerve tousjours la meſme quantité de mouvement vers le meſme coſté.

Et quoy que ces mouvemens circulaires, en tant de ſens divers dans un meſme eſpace, ſemblent ſe devoir contrarier & empeſcher ſouvent; la grande mobilité toute fois de la matiere, aydée par la petiteſſe de ſes parties, qui ſurpaſſe de beaucoup l'imagination, fait qu'elle ſouffre aſſez facilement toutes ces differentes agitations. L'on voit quand on a brouillé de l'eau dans une phiole de verre, de combien de differens mouvemens ſes parties ſont capables; & il faut ſe figurer la liquidité de la matiere celeſte incomparablement plus grande que celle que nous remarquons dans l'eau, qui eſtant compoſée de parties peſantes, entaſſées les unes ſur les autres, devient par là pareſſeuſe au mouvement; au lieu que la matiere celeſte, ſe mouvant librement de tous coſtez, prend tres facilement des impreſſions differentes par les diverſes rencontres de ſes parties, ou par la moindre impulſion des autres corps. & s'il n'eſtoit ainſi, l'air ne cederoit pas ſi facilement qu'il fait au mouvement de nos mains. De ſorte qu'il faut conſiderer que les mouvemens circulaires de cette matiere fluide, autour de la Terre, ſont bien ſouvent interrompus & changez en d'autres, mais qu'il en demeure tousjours plus que de ceux qui ſuivent d'autres routes: ce qui ſuffit pour le preſent deſſein.

(p. 137). Il n'eſt pas difficile maintenant d'expliquer comment par ce mouvement la peſanteur eſt produite. Car ſi parmy la matiere fluide, qui tourne dans l'eſpace que nous avons ſuppoſé, il ſe rencontre des parties beaucoup plus groſſes que celles qui la compoſent, ou des corps faits d'un amas de petites parties accrochées enſemble, & que ces corps ne ſuivent pas le mouvement rapide de ladite matiere, ils ſeront neceſſairement pouſſez vers le centre du mouvement, & y formeront le globe Terreſtre s'il y en a aſſez pour cela, ſuppoſé que la Terre ne fuſt pas encore. Et la raiſon eſt la meſme que celle qui, dans l'experience raportée cy deſſus, fait que la cire d'Eſpagne s'amaſſe au centre du vaiſſeau. C'eſt donc en cela que conſiſte vraiſemblablement la peſanteur des corps: laquelle on peut dire, que c'eſt l'effort que fait la matiere fluide, qui tourne circulairement autour du centre de la Terre en tous ſens, à s'éloigner de ce centre, & à pouſſer en ſa place les corps qui ne ſuivent pas ce mouvement.

Or la raiſon pourquoy des corps peſants, que nous voions deſcendre dans l'air, ne ſuivent pas le mouvement ſpherique de la matiere fluide, eſt aſſez manifeſte; parce qu'y ayant de ce mouvement vers tous les coſtez, les impulſions qu'un corps en reçoit ſe ſuccedent ſi ſubitement les unes aux autres, qu'il y intercede moins de temps qu'il luy en faudroit pour acquerir un mouvement ſenſible. Mais comme cette ſeule raiſon ne ſuffit pas pour empêcher que les corps les plus menus que l'oeil puiſſe appercevoir, comme ſont les brins de pouſſiere qui voltigent dans l'air, ne ſoient point chaſſez ça & là par la rapidité de ce mouvement; il faut ſçavoir que ces petits corps ne nagent pas dans la ſeule matiere liquide qui cauſe la peſanteur: mais qu'outre celle cy il y a d'autres matieres, compoſées de particules plus groſſieres, qui rempliſſent la plus

grande partie de l'espace qui est autour de nous, & mesme ceux des | cieux; lesquelles (p. 138).
particules quoyque differemment agitées & reflechies entre elles, ne suivent pas le mouvement soudain de la matiere liquide; parce qu'estant contiguës, ou peu distantes les unes des autres, une trop grande quantité devroit se mouvoir à la fois. L'on sçait qu'il y a autour de la Terre premierement les particules de l'air, lesquelles on fera voir tout à l'heure estre plus grossieres que celles de la matiere fluide que nous avons supposée. Je dis de plus [12]) qu'il y a une matiere dont les particules sont plus menuës que celles de l'air, mais plus grossieres que celles de cette matiere fluide: ce qui se prouve par nostre experience, qu'on fait avec la Machine qui vuide l'air. Où l'on remarque l'effet d'une matiere invisible qui pese là où il n'y a point d'air; puis qu'elle y soutient l'eau suspendue dans un tube de verre, dont le bout ouvert est plongé dans d'autre eau: & qu'elle y fait couler l'eau d'un siphon recourbé, de mesme que dans l'air: pourvu que l'eau, dans ces experiences, ait esté purgée d'air; ce qui se fait en la laissant pendant quelques heures dans le vuide. Il paroit par là premierement, que les particules, de ce corps pesant & invisible, sont plus petites que celles de l'air, puisqu'elles passent à travers le verre qui exclud l'air, & qu'elles y font apercevoir leur pesanteur. Il paroit de plus qu'elles doivent estre plus grossieres que les particules de la matiere fluide qui cause la pesanteur, afin que le corps qu'elles composent ne suive pas le mouvement de cette matiere, par ce qu'en le suivant il ne seroit pas pesant. Il peut y avoir autour de nous encore d'autres sortes de matieres de differents degrez de tenuité, quoyque toutes plus grossieres que n'est la matiere qui cause la pesanteur. Lesquelles contribueront donc toutes à empêcher les petits brins de la poussiere d'estre emportez par le mouvement rapide de cette matiere, parce qu'elles ne suivent pas ce mouvement elles mesmes [13]).

Il ne faut pas au reste trouver etranges ces differents degrez | de petits corpuscules, (p. 139).
ni leur extreme petitesse. Car bien que nous ayons quelque penchant à croire que des corps, à peine visibles, sont desja presque aussi petits qu'ils le peuvent estre, la raison nous dit que la mesme proportion qu'il y a d'une montagne à un grain de sable, ce grain la peut avoir à un autre petit corps, & cettuicy encore à un autre, & cela autant de fois qu'on voudra.

L'extreme petitesse des parties de nostre matiere fluide est encore d'une necessité absolue pour rendre raison d'un effet considerable de la pesanteur; qui est que des corps pesants, enfermez de tous costez dans un vaisseau de verre, de metail, ou de

[12]) Texte de 1687—1693: „On a de plus des raisons qui font croire ..."

[13]) Après cet alinéa-ci un alinéa du texte précédent „Et quoyque par là ces matieres .. etc." a été omis ici, comme nous l'avons déjà dit à la p. 380 qui précède; voyez le N° 6 de la p. 432 de l'Avertissement sur la raison de cette omission. C'est ici que la diversité des textes (que nous avons mentionnée aussi à la p. 619 du T. XIX) présente un certain intérêt.

quelqu'autre matiere que ce soit, se trouvent peser tousjours egalement. De sorte qu'il faut que la matiere que nous avons dit estre cause de la pesanteur, passe tres librement à travers tous les corps qu'on estime les plus solides, & avec la mesme facilité qu'à travers l'air.

Ce qui se confirme encore par ce que, s'il n'y avoit pas cette liberté de passage, une bouteille de verre peseroit autant qu'un corps massif de verre de la mesme grandeur; & que tous les corps solides d'egal volume peseroient egalement; puisque, selon nostre Theorie, la pesanteur de chaque corps est reglée par la quantité de la matiere fluide qui doit monter en sa place.

Cette matiere passe donc facilement dans les interstices des particules dont les corps sont composez, mais non pas par les particules mesmes; & ce qui cause les diverses pesanteurs, par exemple, des pierres, des metaux &c. c'est que ceux de ces corps, qui sont plus pesants, contienent plus de telles particules, non en nombre mais en volume [14]): car c'est en leur place seulement que la matiere fluide peut monter. Mais parce qu'on pourroit douter, si ces particules, estant impenetrables à la dite matiere, (p. 140). sont pour cela entierement solides: (car ne l'estant pas, ou mes|me estant vuides, elles devroient faire le mesme effet, par la raison que je viens de dire) je demontreray qu'elles ont cette parfaite solidité; & que par consequent la pesanteur des corps suit precisement la proportion de la matiere, qui les compose.

Je feray remarquer pour cela ce qui arrive dans le choc de deux corps, quand ils se rencontrent d'un mouvement horizontal. Il est certain que la resistence que font les corps à estre mûs horizontalement, comme feroit une boule de marbre ou de plomb posée sur une table bien unie, n'est pas causée par leur poids vers la Terre, puisque le mouvement lateral ne tend pas à les eloigner de la Terre, & qu'ainsi il n'est nullement contraire à l'action de la pesanteur, qui les pousse en bas.

Il n'y a donc rien que la quantité de matiere attachée ensemble, que chaque corps contient, qui produit cette resistence: de sorte que si deux corps en contienent autant l'un que l'autre, ils reflechiront egalement, ou demeureront tous deux sans mouvement, selon qu'ils seront durs ou mols. Mais l'experience fait voir que toutes les fois que deux corps reflechissent ainsi egalement ou s'arrestent l'un l'autre, estant venus à se rencontrer avec d'egales vitesses, ces corps sont d'egale pesanteur: donc il s'ensuit que ceux, qui sont composez d'egale quantité de matiere, sont aussi d'egale pesanteur. ce qu'il faloit demonstrer.

---

[14]) Ici aussi le texte a été modifié. C'est ici seulement que Huygens parle d'*interstices* des particules (comparez la p. 563 du T. XIX): il est vrai que plus loin (p. 144, l. 6) il parlera de nouveau de „pores". Ce qui est nouveau aussi c'est son affirmation, dont il ne donne pas d'explication, que les corps plus pesants contiennent plus de particules non en nombre mais en volume. Dans l'Avertissement (N° 7 de la p. 433) nous avons déjà attiré l'attention sur ce passage.

Monf. Des Cartes eftoit en cecy d'un autre fentiment, comme encore en ce qui regarde le paffage libre de la matiere, qui caufe la pefanteur, à travers les corps fur lefquels elle agit. Car pour ce qui eft de ce dernier point, il veut que cette matiere foit empechée, par la rencontre de la Terre, de continuer fes mouvements en ligne droite, & que pour cela elle s'en eloigne le plus qu'elle peut. En quoy il femble n'avoir pas penfé à cette proprieté de la pefanteur que j'ay fait remarquer peu aupa|ravant. (p. 141). Car fi le mouvement de cette matiere eft empèché par la Terre, elle ne penetrera non plus librement les corps des metaux ni celuy du verre. D'où il s'enfuivroit que du plomb enfermé dans une phiole perdroit fon poids à l'égard de la phiole mefme, ou que du moins ce poids feroit diminué. De plus, en portant un corps pefant au fond d'un puits, ou dans quelque carriere ou mine profonde, il y devroit perdre beaucoup de fa pefanteur. Mais on n'a pas trouvé, que je fçache, par experience qu'il en perde quoy que ce foit.

Quant à l'autre point, Mr. Des Cartes pretend, que, quoy qu'une maffe d'or foit vingt fois plus pefante qu'une portion d'eau de la mefme grandeur, l'or neanmoins peut ne contenir que 4 ou 5 fois autant de matiere que l'eau: premierement à caufe qu'il faut deduire (il faloit plutoft dire adjouter) un poids égal à l'un & l'autre, à raifon de l'air dans lequel on les pefe: & puis parce que l'eau & les autres liquides ont quelque legereté à l'egard des corps durs, d'autant que les parties des premiers font en un mouvement continuel.

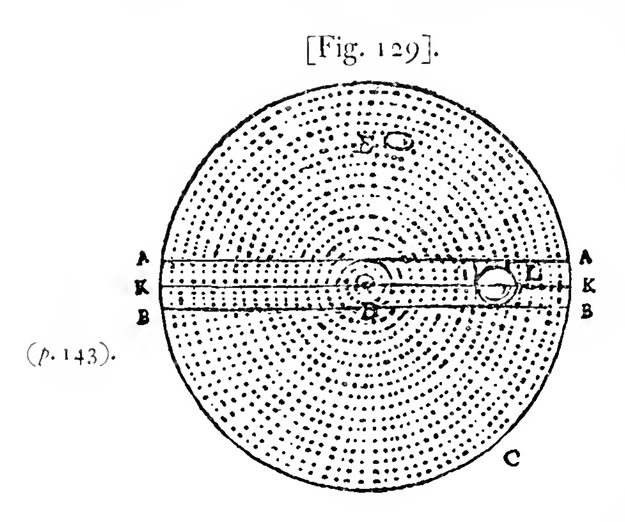
Mais on peut refpondre à la premiere de ces deux raifons, que la pefanteur de l'air autour de nous, n'eftant à celle de l'eau qu'environ comme 1 à 800, ce ne fera pas un poids confiderable qu'il faudra adjouter également à celuy de l'eau & de l'or, trouvé par la balance. Et pour l'autre raifon, fi elle eftoit bonne, il faudroit qu'une mefme portion d'eau, apres eftre gelée pefaft bien d'avantage qu'eftant liquide; & de mefme les metaux en maffe, plus que quand ils font fondus; ce qui eft contre l'experience. Outre que je ne vois pas comment il a conceu que le mouvement des parties des corps liquides leur donneroit de la legereté, c'eft-à-dire de l'effort pour s'ecarter du centre, puifque pour cela il faudroit que ce mouvement fuft circulaire autour du centre de la Terre, ou qu'il fuft plus fort vers le haut que vers le bas, ce qu'il n'a jamais dit, mais bien | au contraire que les parties des liqueurs fe meuvent en tous fens indifferem- (p. 142). ment.

Il ne femble non plus avoir confideré combien la viteffe de la matiere fluide doit eftre grande, pour donner autant de pefanteur qu'on en trouve à la plus part des corps: parce qu'autrement il auroit bien jugé que le mouvement, que peuvent avoir les parties de l'eau & de femblables liquides, n'eft nullement comparable au mouvement de cette matiere qui caufe la pefanteur.

Pour moy j'ay recherché foigneufement le degré de cette viteffe, & je crois pouvoir determiner à peu prés à combien elle doit monter. Et puis que plufieurs autres effets naturels en peuvent dependre, il ne fera pas inutile de faire voir icy ce que produit mon calcul, & fur quoy il eft fondé. Reprenant donc la figure dont je me fuis fervi cy

deſſus, puis que la peſanteur du corps E eſt juſtement égale à l'effort avec lequel une portion auſſi grande, de la matiere fluide, tend à s'éloigner du centre D; ou que c'eſt plutoſt la meſme choſe; il faut qu'une livre de plomb, par exemple, peſe autant vers la Terre, qu'une maſſe de la matiere fluide, de la grandeur de ce plomb, (j'entens de la grandeur que font ſes parties ſolides) peſe du coſté d'enhaut pour s'éloigner du centre, par la vertu de ſon mouvement circulaire. Or la matiere du plomb & la matiere fluide ne different en rien ſelon noſtre hypotheſe. On peut donc dire que la livre de | plomb peſe autant vers le bas, qu'elle peſeroit vers le haut, ſi, demeurant à la meſme diſtance du centre de la Terre, elle tournoit autour avec autant de viteſſe que fait la matiere fluide. Mais je trouve par ma Theorie du mouvement Circulaire, qui s'accorde parfaitement avec l'experience, qu'un corps tournant en cercle, ſi on veut que ſon effort à s'éloigner du centre, égale juſtement l'effort de ſa ſimple peſanteur, il faut qu'il faſſe chaque tour en autant de temps, qu'un Pendule, de la longueur du demi diametre de ce cercle, en emploie à faire deux allées. Il faut donc voir en combien de temps un pendule, de la longueur du demidiametre de la Terre, feroit ces deux allées. Ce qui eſt aiſé par la proprieté connue des pendules, & par la longueur de celuy qui bat les Secondes, qui eſt de 3 pieds $8\frac{1}{2}$ lignes, meſure de Paris. Et je trouve qu'il faudroit pour ces deux vibrations 1 heure $24\frac{1}{2}$ minutes; en ſuppoſant, ſuivant l'exacte dimenſion de Mr. Picard, le demidiametre de la Terre de 19615800 pieds de la meſme meſure [15]). La viteſſe donc de la matiere fluide, à l'endroit de la ſurface de la Terre, doit eſtre égale à celle d'un corps qui feroit le tour de la Terre dans ce temps de 1 heure, $24\frac{1}{2}$ [16]) minutes. Laquelle viteſſe eſt, à fort peu pres, 17 fois plus grande que celle d'un point ſous l'Equateur; qui fait le meſme tour, à l'égard des Etoiles fixes, comme on doit le prendre icy, en 23 heures, 56 minutes. ce qui paroit par la proportion entre ce temps & celuy d'une heure $24\frac{1}{2}$ minutes, qui eſt tres pres comme de 17 à 1.

[Fig. 129].



(p. 143).

[15]) Dans le texte de 1687 il n'était encore question que de la mesure de Snellius. Comparez la p. 403 qui précède.

[16]) Textes précédents: 25 minutes. De plus Huygens y donnait 24 heures pour la rotation de la terre au lieu de 23 heures 56 minutes.

Je ſçay que cette rapidité ſemblera étrange à qui la voudra comparer avec les mouvemens qui ſe voient icy parmy nous. Mais cela ne doit point faire de difficulté; & meſme, par raport à ſa ſphere, ou à la grandeur de la Terre, elle ne paroitra point extraordinaire. Car ſi, par exemple, en regardant un Globe Terreſtre, de ceux qu'on fait pour l'uſage de la Geogra|phie, on s'imagine ſur ce globe un point qui n'avance (p. 144). que d'un degré en 14 Secondes ou battemens de pous, qui eſt la viteſſe de la matiere que je viens de dire; on trouvera ce mouvement tres mediocre, & meſme il pourra ſembler eſtre lent [17]).

Il y a au reſte pluſieurs effets naturels qui ſemblent demander une matiere extremement agitée, & qui penetre facilement par les pores des corps. Telle eſt la force de la poudre à Canon, qui en s'allumant ne prend pas ſon mouvement violent d'elle meſme, ni de celuy qui en aproche la meſche; & par conſequent il faut qu'il viene de quelqu'autre matiere qui ait ce mouvement, & qui ſe trouve par tout; faiſant ſon effet toutes les fois qu'elle y trouve une diſpoſition convenable. Telle eſt auſſi, à ce que je conçois, la force du Reſſort, tant de l'acier & autres corps ſolides, que de celuy de l'air. A quoy l'on peut joindre celle des muſcles des animaux: qu'on explique fort bien par une fermentation que le ſuc des nerfs cauſe dans le ſang: mais d'où viendra la force de la fermentation, ſi ce n'eſt de quelque mouvement de dehors? La puiſſante action de la Gelée ne paroit pas non plus concevable, ſi on n'a recours à une impulſion violente de quelque matiere, qui faſſe étendre ou la glace, en y introduiſant d'autres particules, ou les bulles qui s'y forment, en augmentant l'air qu'elles contienent. Ce qui ſe fait avec tant de violence, que j'en ay vû crever des canons de mouſquet, dans leſquels l'eau avoit eſté enfermée.

Mais pour revenir à la Peſanteur; l'extreme viteſſe de la matiere qui la cauſe, ſert encore à expliquer comment les corps peſants, en tombant, accelerent tousjours leur mouvement, quand meſme ils l'ont desja acquis à un fort grand degré de viteſſe. Car celuy de la matiere fluide, ſurpaſſant encore de beaucoup la celerité d'un boulet de canon, par exemple, qui retombe de l'air, apres y avoir eſté tiré perpendiculairement; ce boulet, juſqu'à la fin de ſa chûte, reſſent à fort peu prés la meſme|preſſion de cette (p. 145). matiere, & partant ſa celerité en eſt continuellement augmentée. Au lieu que, ſi la matiere n'avoit qu'un mouvement mediocre, la balle apres en avoir acquis autant, n'accelereroit plus ſa chûte, par ce qu'autrement elle ſeroit obligée de pouſſer cette meſme matiere, à ſucceder dans ſa place avec plus de viteſſe qu'elle n'auroit pour cela par ſon propre mouvement.

L'on peut enfin trouver icy la raiſon du Principe que Galilée a pris pour demontrer la proportion de l'acceleration des corps qui tombent; qui eſt que leur viteſſe s'augmente egalement en des temps egaux. Car les corps eſtant pouſſez ſucceſſivement

[17]) L'alinéa qui suit a été intercalé ici seulement. Consultez le n° 9 de la p. 434 de l'Avertissement.

par les parties de la matiere qui tafche de monter en leur place, & qui, comme on vient de voir, agiffent continuellement fur eux avec la mefme force, du moins dans les chûtes qui tombent fous noftre experience; c'en eft une fuite neceffaire que l'accroiffement des viteffes foit proportionel à celuy des temps.

Ainfi donc j'ay expliqué, par une Hypothefe qui n'a rien d'impoffible, pourquoy les corps terreftres tendent au centre; pourquoy l'action de la gravité ne peut eftre empèchée par l'interpofition d'aucun corps de ceux que nous connoiffons; pourquoy les parties de dedans de chaque corps contribuent toutes à fa pefanteur; & pourquoy en fin les corps en tombant augmentent continuellement leur viteffe, & cela dans la raifon des temps. Qui font les proprietez de la pefanteur qu'on avoit remarquées jufqu'a prefent [18]).

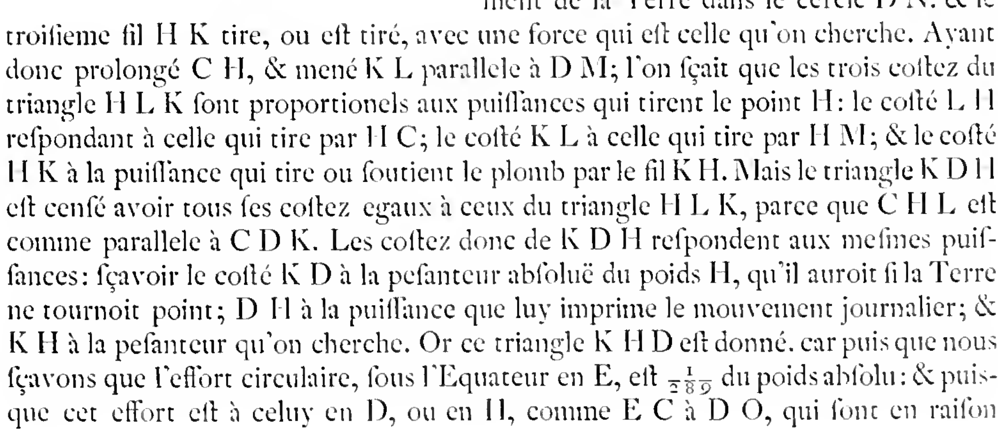
Il en refte une encore, que jufqu'icy on n'a pas crû moins certaine; qui eft que les corps pefans le font autant en un endroit de la Terre qu'en un autre. Ce qui aiant efté trouvé autrement, par des obfervations qu'on a faites depuis peu, il vaut la peine d'examiner d'où cela peut proceder, & quelles en font les confequences.

(*p*. 146). L'on affure d'avoir trouvé dans la Caiene, qui eft un païs | dans l'Amerique, eloigné feulement de 4 ou 5 degrez de l'Equateur, qu'un Pendule qui bat les Secondes, y eft plus court qu'a Paris d'une ligne & un quart. d'où fenfuit que, fi on prend des pendules d'égale longueur, celuy de la Caiene fait des allées un peu plus lentes que celuy de Paris. La verité du fait eftant pofée, on ne peut douter que ce ne foit une marque affurée de ce que les corps pefans defcendent plus lentement en ce païs là qu'en France. Et comme cette diverfité ne fçauroit eftre attribuée à la tenuité de l'air, qui eft plus grande dans la zone Torride; parce qu'elle devroit caufer un effet tout contraire; je ne vois pas qu'il puiffe y avoir d'autre raifon, finon qu'un mefme corps pefe moins fous la ligne que fous des Climats qui s'en éloignent. Je reconnus, auffi toft qu'on nous euft communiqué ce nouveau phenomene, que la caufe en pouvoit eftre raportée au mouvement journalier de la Terre: qui eftant plus grand en chaque païs, felon qu'il approche plus de la ligne Equinoctiale, doit produire un effort proportionné à rejetter les corps du centre; & leur ofter par là une certaine partie de leur pefanteur. Et il eft aifé, par les chofes expliquées cy deffus, de fçavoir la quantieme partie ce doit eftre, dans les corps qui fe trouvent placez fous l'Equateur. Car ayant trouvé, comme on a vû, que, fi la Terre tournoit 17 fois plus vifte qu'elle ne fait, la force Centrifuge fous l'Equateur feroit égale à toute la pefanteur d'un corps: il faut que le mouvement de la Terre, tel qu'il eft maintenant, ofte une partie de la pefanteur, qui foit à la pefanteur entiere comme 1 au quarré de 17, c'eft-à-dire $\frac{1}{289}$; parce que les forces des corps, à s'éloigner du centre autour du quel ils tournent, font entre elles comme les quarrez de leurs viteffes, fuivant mon Theoreme 3[e] *de Vi Centrifuga.*

18) Ici se termine le Discours tel qu'il fut en 1669 et 1687. Le reste est nouveau.

Chaque corps, sous l'Equateur, estant donc moins pesant de $\frac{1}{289}$ de ce qu'il seroit si la Terre ne tournoit point sur son axe; il s'ensuit, par les loix de la Mechanique, que la longueur|d'un Pendule, en cet endroit, doit aussi estre diminuée de $\frac{1}{289}$, pour faire (p. 147) ses allées dans le mesme tems qu'il les feroit sur la Terre immobile.

Mais pour sçavoir la diminution que doit souffrir un Pendule, qui de Paris est transporté sous la ligne Equinoctiale, il faut considerer qu'a Paris sa longueur est desia moindre que si la Terre estoit en repos; parce que le mouvement journalier fait aussi sous ce parallele son effort à éloigner les corps du centre de la Terre. Lequel effort n'est pourtant pas si grand qu'il est sous la Ligne; tant à cause que le cercle du mouvement est moindre, que parce qu'il ne chasse pas les corps directement en haut, mais suivant la perpendiculaire à l'axe de la Terre, comme l'on verra par cette figure. Le cercle P A Q E [Fig. 130] y represente la Terre, coupée par un plan qui passe par ses deux poles, P, Q. le centre est C: le cercle Equinoctial E C A: le parallele de Paris D O N, supposant que Paris est en D. K H represente une corde qui soutient un plomb H, qui s'écarte de la perpendiculaire K D C, parce qu'il est rejetté, par le mouvement circulaire, suivant la ligne O D M; que je suppose passer par le poids H.



[Fig. 130]

Pour connoitre maintenant quelle doit estre la situation du fil K H, & combien moins le plomb H pese de cette façon, que s'il pendoit perpendiculairement le | long de K D; (p. 148) il faut considerer le point H comme estant tiré par trois fils, H C, HM, H K. desquels H C le tire vers le centre de la Terre, avec tout le poids que le plomb auroit si la Terre estoit sans mouvement. mais H M le tire de son costé avec la force que donne le mouvement de la Terre dans le cercle D N. & le troisieme fil H K tire, ou est tiré, avec une force qui est celle qu'on cherche. Ayant donc prolongé C H, & mené K L parallele à D M; l'on sçait que les trois costez du triangle H L K sont proportionels aux puissances qui tirent le point H: le costé L H respondant à celle qui tire par H C; le costé K L à celle qui tire par H M; & le costé H K à la puissance qui tire ou soutient le plomb par le fil K H. Mais le triangle K D H est censé avoir tous ses costez egaux à ceux du triangle H L K, parce que C H L est comme parallele à C D K. Les costez donc de K D H respondent aux mesmes puissances: sçavoir le costé K D à la pesanteur absoluë du poids H, qu'il auroit si la Terre ne tournoit point; D H à la puissance que luy imprime le mouvement journalier; & K H à la pesanteur qu'on cherche. Or ce triangle K H D est donné. car puis que nous sçavons que l'effort circulaire, sous l'Equateur en E, est $\frac{1}{289}$ du poids absolu: & puisque cet effort est à celuy en D, ou en H, comme E C à D O, qui sont en raison

(p. 149). donnée, nous sçau|rons donc aussi, quelle partie du poids absolu est l'effort centrifuge en D ou H. c'est-à-dire que la raison de D K à D H sera connue, comme estant composée de celle de 289 à 1, & de E C à D O. Mais l'angle H D K est aussi connu, estant égal à celuy de la Latitude de Paris, sçavoir de 48 degr. 51 min. Donc on connoitra la raison de D K à K H, qui est celle de la pesanteur absoluë des corps, à celle qu'ils ont à Paris, & qui est encore celle de la longueur du pendule sur la Terre immobile, à la longueur qu'il doit avoir sous ce Parallele, suivant ce qui desia a esté dit. Et puis que la longueur du pendule à Secondes est donnée à Paris, l'on sçaura aussi celle qu'auroit le pendule à Secondes sur la Terre immobile, & quelle est leur difference, & de combien cette difference est moindre que cette $\frac{1}{289}$, que nous avions trouvée sous l'Equateur.

Pour faire cette supputation avec facilité, & sans le calcul des triangles, il faut sçavoir, & nous le prouverons à cette heure, que, comme le quarré du rayon E C est au quarré de D O, sinus du complement de la Latitude de Paris, ainsi est $\frac{1}{289}$, difference ou racourcissement du pendule sous l'Equateur, à la difference ou racourcissement à Paris. Qui se trouve par la estre $\frac{1}{668}$ de la longueur du pendule sur la Terre immobile, ou sous le Pole. Et puisque le Pendule à secondes à Paris, est de 3 pieds $8\frac{1}{2}$ lignes; il s'ensuit que la Longueur du pendule sur la Terre immobile, ou sous le Pole, seroit de 3 pieds $9\frac{1}{6}$ lignes. d'où ostant $\frac{1}{289}$, qui fait $1\frac{1}{2}$ ligne, on aura la longueur du pendule à Secondes, sous l'Equateur, de 3 pieds $7\frac{1}{2}$ lignes. De sorte que ce pendule seroit plus court, que celuy de Paris, de $\frac{5}{6}$ d'une ligne; qui est un peu moins que ce qui a esté trouvé à la Caiene par Mr. Richer, sçavoir une ligne & un quart.

Mais on ne peut pas se fier entierement à ces premieres observations, desquelles on ne voit marqué aucune circonstance. Et encore moins, à ce que je crois, à celles
(p. 150). qu'on dit avoir | esté faites à la Gadaloupe, où le racourcissement du pendule de Paris auroit esté trouvé de 2 lignes [19]). Il faut esperer qu'avec le temps nous serons informez au juste de ces differentes longueurs, tant sous la ligne qu'en d'autres Climats; & certainement la chose merite bien d'estre recherchée avec soin, quand ce ne seroit que pour corriger, suivant cette Theorie, les mouvemens des Horloges à Pendule, en les faisant servir à mesurer les Longitudes sur mer. Car une Horloge, par exemple qui seroit bien reglée à Paris, estant transportée en quelque endroit sous l'Equateur, retarderoit environ d'une minute & 5 secondes en 24 heures; comme il est aise de supputer suivant le raisonnement precedent: & ainsi à proportion pour chaque different

[19]) Comparez la Prop. XX, Probl. III du troisième livre des „Principia" de Newton: Invenire & inter se comparare pondera corporum in regionibus diversis". Cette proposition suit immédiatement celle qui traite de la forme, supposée sphéroïdale, de la terre, dans laquelle est appliquée la méthode des canaux: comparez sur cette dernière la Pièce „Considérations ultérieures sur la forme de la terre" qui précède (où Huygens calculait aussi, p. 396, l'accourcissement du pendule à secondes à Paris).

degré de Latitude. Où l'on trouvera que ces retardemens, entre eux, ſuivent aſſez preciſément la meſme proportion que les diminutions de la longueur du pendule: & que le plus grand retardement, tel que feroit celuy d'une Horloge ſous l'Equateur, lors qu'elle auroit eſté reglée ſous le Pole, feroit par jour fort prés de $2\frac{1}{2}$ minutes. En ayant donc calculé des Tables, on pourroit corriger, par leur moien, le mouvement des Horloges, & s'en ſervir avec la meſme ſureté que ſi ce mouvement eſtoit par tout égal.

[Fig. 130]

Pour demonſtrer ce qui a eſté poſé un peu auparavant, en | cherchant la diminution du Pendule à Paris, (& c'eſt la meſme choſe dans quelque autre lieu que ce ſoit) lorſqu'on connoit la quantité de cette diminution ſous l'Equateur: ſoit priſe, dans la meſme figure, K F égale à K H, & ſoit H G parallele à l'axe P Q. Il a eſté montré que H D eſt à D K, comme l'effort à s'éloigner du centre, en D ou H, au poids abſolu ſur la Terre immobile. Mais comme E C ou C D à D O, c'eſt à-dire comme G D à H D, ainſi eſt l'effort centrifuge en E, ſous l'Equateur, à celuy en D. Donc comme G D à D K, ainſi ſera l'effort centrifuge en E, au poids abſolu ſur la Terre immobile. Et la ligne G D ſera le racourciſſemenr du pendule, qui eſt requis ſous l'Equateur, ſuivant ce qui a eſté dit cy devant. Mais F D eſt le racourciſſement à Paris; & G D eſt à D F comme le quarré de G D au quarré de D H; parce que la petiteſſe de l'angle D K H, fait que H F peut eſtre conſiderée comme perpendiculaire à G D. Le racourciſſement donc ſous l'Equateur, à celuy qui convient à Paris, eſt comme le quarré de G D au quarré de D H; c'eſt-à-dire comme le quarré de C D, ou de E C, au quarré de D O. ce qu'il faloit demontrer. p. 151.

Il reſte à conſiderer l'angle H K D, dans la meſme figure; qui marque de combien le plomb K H, eſtant en repos, decline de la perpendiculaire K D. Où je trouve que, ſous le Parallele de Paris, cet angle eſt de 5 minutes 54 ſecondes; & qu'il doit eſtre encore un peu plus grand au 45[e] degré de Latitude.

Cette declinaiſon eſt bien contraire à ce qu'on a ſuppoſé, de tout temps, comme une verité tres certaine; ſçavoir que la corde, qui tient un plomb ſuſpendu, tend directement au centre de la Terre. Et cet angle, d'une dixieme de degré, eſt aſſez conſiderable, pour faire croire qu'on devroit s'en eſtre aperceu, ſoit dans les obſervations Aſtronomiques, ſoit dans celles qu'on fait avec le Niveau. Car pour ne parler que de ces dernieres, | ne faudroit il pas, qu'en regardant du coſté du Nort, la ligne du niveau (p. 152).
baiſſaſt viſiblement ſous l'Horizon? ce qui pourtant n'a jamais eſté remarqué, ni qui aſſurément n'arrive point. Et pour en dire la raiſon, qui eſt un autre paradoxe, c'eſt

que la Terre n'eſt pas tout à fait ſpherique, mais d'une figure de ſphere abaiſſée vers les deux Poles, telle que feroit à peu prés une Ellipſe, en tournant ſur ſon petit axe. Cela procede du mouvement journalier de la Terre, & c'eſt une ſuite neceſſaire de la declinaiſon ſuſdite du plomb. Parce que la deſcente des corps peſans eſtant parallele à la ligne de cette ſuſpenſion, il faut que la ſurface de tout liquide ſe diſpoſe en ſorte, que cette ligne luy ſoit perpendiculaire, parce qu'autrement il pourroit deſcendre d'avantage [20]). Partant la ſurface de la mer eſt telle, qu'en tout lieu le fil ſuſpendu luy eſt perpendiculaire. D'ou s'enſuit que la ligne du niveau, c'eſt-à-dire celle qui coupe le fil, du plomb ſuſpendu, à angles droits, doit marquer l'horizon, ainſi qu'elle fait; n'y ayant que la hauteur du lieu, où le niveau eſt placé, qui le faſſe viſer quelque peu plus haut. Or les coſtes des terres eſtant generalement elevées, & preſque par tout de meſme, à l'egard de la mer; il s'enſuit que tout le compoſé, de terres & de mers, eſt reduit a la meſme figure ſpheroïde que la ſurface de la mer ſe donne neceſſairement. Et il eſt à croire, que la Terre a pris cette figure, lors qu'elle a eſté aſſemblée par l'effect de la peſanteur [21]): ſa matiere ayant dés lors le mouvement circulaire de 24 heures.

ADDITION.

Quelque temps aprés que j'eus achevé d'eſcrire ce qui precede, ayant receu & examiné le journal du voiage, qui, par ordre de Meſſieurs les Directeurs de la Com-
(p. 153) pagnie des Indes Orientales, a eſté fait, avec nos Horloges à pendule, | juſqu'au Cap de Bonne Eſperance; & du depuis ayant encore lû le tres ſçavant ouvrage de Mr. Newton, dont le titre eſt *Philoſophiæ Naturalis principia Mathematica* [22]); l'un & l'autre me fournit de la matiere pour étendre d'avantage ce Diſcours. Et premierement, quant aux differentes longueurs des Pendules dans divers Climats, dont il a auſſi traité, je crois avoir, par le moien de ces Horloges, non ſeulement une confirmation évidente de cet effect du mouvement de la Terre, mais auſſi de la meſure de ces longueurs, qui s'accorde tres bien avec le calcul que je viens d'en donner. Car ayant corrigé & rectifié, ſuivant ce calcul, les Longitudes qu'on avoit meſurées par les Horloges, au retour du Cap de B. Eſp^{e}. juſqu'au Texel en Hollande, (car en allant elles n'avoient point ſervi) j'ay trouvé que la route du vaiſſeau en eſtoit beaucoup mieux

---

[20]) C'est là ce que A. C. Clairaut dans sa „Theorie de la Figure de la terre, tirée des principes de l'hydrostatique" de 1743 (Paris, Durand) appellera à bon droit (Chap. I, § II) le „principe dû à M. Huygens", par opposition à la condition newtonienne de l'équilibre des canaux.

[21]) Non pas évidemment, dans la pensée de Huygens, par une attraction mutuelle des particules, mais par voie tourbillonnaire. Comparez le troisième alinéa de la p. 456.

[22]) Nous avons cité dans la note 19 les propositions de Newton qui traitent des matières contenues dans la présente Addition.

marquée fur la Carte, qu'elle n'eſtoit ſans cette correction; & ſi bien, qu'en arrivant à ce Port, il n'y avoit pas 5 ou 6 lieues d'erreur dans la Longitude ainſi rectifiée. Supposant que celle dudit Cap avoit eſté bien priſe par les P. P. Jeſuites, lors qu'ils y paſſerent en l'année 1685, en allant à Siam; & qu'elle eſt de 18 degrez plus à l'Eſt que celle de Paris; ce que je ſçay encore d'ailleurs ne s'éloigner guere de la verité [23]). Le detail de toute cette affaire eſt deduit au long dans le Raport que j'ay fait, touchant ce voiage des Pendules, aux dits Meſſieurs les Directeurs. Sur lequel raport, apres l'avoir fait examiner par des perſonnes intelligentes, il leur a plû d'ordonner qu'on fiſt une ſeconde epreuve; pour s'aſſurer par pluſieurs experiences de la bonté de cette invention. L'on verra quel ſera le ſuccés de cet autre voiage, & particulierement en ce qui eſt de la variation des Pendules. eſtant certain que, pour la bien connoitre, ces Horloges donnent un moyen plus ſeur, par leur acceleration & retardement, que n'eſt celuy de meſurer actuellement la longueur du pendule à Secondes en differens païs. Cependant, parce | que dans l'eſſay, dont je viens de parler, l'expe- (p. 154) rience s'eſt ſi bien accordée avec ce que j'avois trouvé par raiſonnement, je m'y fie aſſez pour vouloir continuer cette ſpeculation, en cherchant premierement, quelle eſt donc la forme de la Terre, puiſque, comme il a eſté dit, elle n'eſt pas Spherique.

Il eſt bon pour cela de la conſiderer comme toute couverte d'eau, ou comme ſi toute ſa maſſe n'eſtoit autre choſe. Et alors il paroit, par ce qui a eſté expliqué cy deſſus, que la ſurface doit eſtre telle, que, dans quelque endroit que ce ſoit, le fil, qui ſoutient un plomb, l'aille rencontrer à angles droits; ayant égard à la peſanteur enſemble, & à la force centrifuge, qui detourne le fil de ſa direction vers le centre. Parce que ſi le fil ne rencontroit pas la ſurface à angles droits, elle ne pourroit pas demeurer en l'aſſiete où elle eſt.

[Fig. 131]

Suppoſé donc les meſmes choſes, que dans la derniere figure du diſcours precedent, & auſſi ce qui en a eſté expliqué; mais faiſant la forme de la Terre un peu diminuée & applatie vers les Poles, en ſorte que l'axe P Q [Fig. 131] ſoit plus court que le diametre E A; ſoit menée B D S R parallele à K H, coupant E A, P Q en S & R. Puiſque le fil K H, qui ſoutient le plomb, ou plutoſt ſa parallele B D, doit rencontrer

[23]) Comme nous l'avons dit aussi à la p. 652 du T. XVIII, il n'est pourtant pas exact que le Cap de Bonne Espérance aurait une longitude orientale de 18° par rapport à Paris. Les cartes modernes donnent 16°10′ pour cette longitude.

la furface de la mer à angles droits; & puifque ce fil pend en forte, que K D eft à D H,
(p. 154). ou D C à | C S, comme la pefanteur abfoluë à la force centrifuge en D; laquelle raifon eft compofée de celle de la pefanteur abfoluë, à la force centrifuge en E, qui eft comme de 289 à 1, & de celle de cette force à la force centrifuge en D, qui eft comme E C à D O; il paroit que la nature de la Ligne courbe E D P eft determinée par la proprieté de fa perpendiculaire, comme D R; c'eft-à-dire qu'en menant une telle perpendiculaire, tousjours la raifon de D C à C S doit eftre compofée d'une raifon donnée, & de celle de E C à D O. Ou bien, comme on en peut inferer facilement, que la raifon de D O à C S, ou de O R à R C doit eftre compofée de la dite raifon donnée, & de celle de E C à C D.

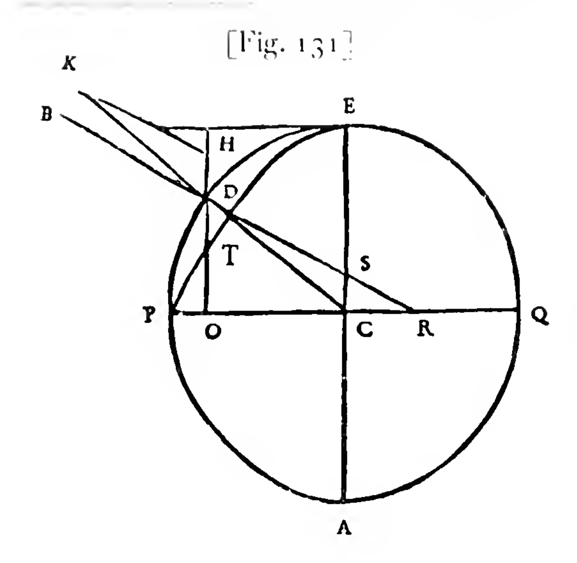
Or il eft difficile de trouver ainfi des lignes courbes par la proprieté donnée de leurs perpendiculaires, ou, ce qui eft la mefme chofe, par la proprieté de leur Tangentes [24]). Mais il y a un moyen affez aifé pour cette courbe icy, qui eft fondé fur l'equilibre de certains canaux, dont Mr. Newton a donné la premiere idée.

Le canal qu'il fuppofe eft reprefenté dans noftre figure par E C P, faifant un angle droit au centre de la Terre. Il faut le concevoir comme ayant quelque peu de creux, & rempli d'eau. Ce qui eftant, il eft certain que les deux jambes, E C, C P, fe doivent tenir en équilibre, fi l'on fuppofe que la Terre, eftant toute compofée d'eau, prend une figure, dont les diametres foient E A & P Q: parce qu'autrement, cette eau du canal, ne demeureroit pas non plus dans fon affiete en la concevant fans canal, contre ce qu'on fuppofe. d'où il eft aifé de trouver la raifon de E A à P Q. Car en pofant E C ∞ a; C P ∞ b, & reprefentant la pefanteur abfoluë par une ligne p; & la force centrifuge en E par la ligne n; le poids du canal P C eft $p\,b$, fçavoir ce qui fe fait en multipliant toutes les parties de ce canal egalement par la ligne p. Mais le poids du
(p. 155). canal E C, qui feroit | $p\,a$, eft diminué par la force centrifuge de toutes fes parties, des quelles la plus élevée, qui eft en E, a la force n; & toutes les autres parties l'ont proportionée à celle cy, fuivant leur diftances du centre D. ce qui fait $\frac{1}{2}\,na$ pour toute la force centrifuge de l'eau du canal E C, qui eftant oftée de fon poids $p\,a$, refte $p\,a$-$\frac{1}{2}\,n\,a$; qui doit eftre égal à $p\,b$ poids du canal P C. d'où il paroit que a eft à b comme p à p-$\frac{1}{2}\,n$. C'eft-à-dire que le diametre E A de la Terre, eft à fon axe P Q, comme 289 à 288$\frac{1}{2}$, ou comme 578 à 577; car la raifon de p à n eftoit comme 289 à 1.

Pour trouver en fuite quelle eft la ligne courbe E D P, je m'imagine le canal plein d'eau E C D, & menant D O perpendiculaire fur l'axe P C, je fais C O ∞ x, & O D

[24]) Huygens s'etait surtout occupé en 1687, de concert avec Fatio de Duillier, du „probléme renversé des tangentes", mais seulement pour un certain genre de courbes: voyez les p. 491—502 du T. XX. Il devait reprendre cette recherche en 1691 en se laissant de nouveau guider, peut-on dire, par le jeune mathématicien suisse (T. XX, p. 506—541).

[Fig. 131]



∞ y; les autres lignes estant nommées comme devant. Il est certain que l'eau de E C & celle de D C se doivent derechef contrebalancer. Et mesme, cela doit arriver de quelque maniere qu'on conçoive que le canal soit fait, pourvû qu'il aboutisse de part & d'autre à la surface; comme, par ex. s'il alloit par D O C E, ou D O P, ou D C P. Maintenant, la force centrifuge de toute l'eau en C D, est égale à celle de l'eau qui rempliroit le canal O D, supposé de mesme largeur; ce qui se voit facilement par la Mechanique des plans inclinez. Mais comme E C ∞ a, à D O ∞ y, ainsi est la force centrifuge en E, qui estoit n, à la force centrifuge en D;| qui sera donc $\frac{ny}{a}$. Dont la moitié multipliant le contenu du canal D O ∞ y, fait la (p. 157) force centrifuge de ce canal ∞ $\frac{1}{2}\frac{nyy}{a}$, qui est donc aussi la force centrifuge du canal C D. Mais la pesanteur de ce canal C D, vers le centre C est $p\sqrt{xx+yy}$. donc sa pression qui reste vers C, sera $p\sqrt{xx+yy} - \frac{\frac{1}{2}nyy}{a}$; qui doit estre égale à $pa - \frac{1}{2}an$, pression du canal E C, trouvée cydevant.

Laquelle Equation, en supposant $\frac{ap}{n}$ ∞ f, revient à celle-cy,

$$\begin{aligned} y^4 \;\infty\; & 4ffyy - 4aaff + 4ffxx \\ & - 4afyy + 4a^3f \\ & + 2aayy - a^4 \end{aligned}$$ [25])

Qui fait voir que la ligne courbe E D P n'est pas une section de Cone, si ce n'est quand p & n sont égales; c'est-a-dire quand la force centrifuge d'un corps, placé en E, est supposée égale à sa pesanteur vers le centre C. Car alors il paroit que f est égale à a; & l'Equation devient y^4 ∞ $2aayy - a^4 + 4ffxx$; ou bient $y^4 - 2aayy + a^4$ ∞ $4ffxx$. & enfin $yy - aa$ ∞ $2ax$. Ce qui marque qu'en ce cas E D P est une Pa-

[25]) C'est l'équation trouvée en novembre ou décembre 1687 d'après la p. 401 qui précède.

rabole [26]), telle que dans cette figure [Fig. 132]; ayant le fommet P; l'axe P C égal à la moitié de C E; & le parametre double de la mefme C E.

[Fig. 132]

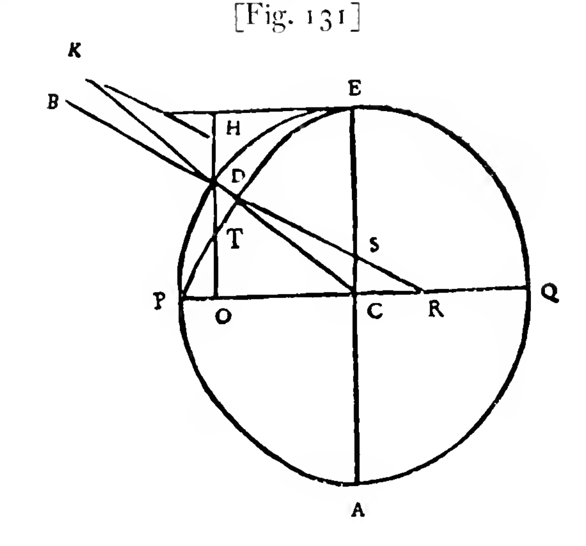
(p. 158). De forte que fi la Terre, ayant le diametre E A de la grandeur qu'il eft, tournoit, fur fon axe P Q, 17 fois plus vifte qu'elle ne fait, (car alors la force centrifuge en E feroit égale à la pefanteur vers le centre, par la demonftration qui eft dans ce Difcours) elle auroit la figure du corps que font ces deux demies Paraboles oppofées, P E C, Q E C, en tournant autour de l'axe P Q. Et on voit que c'eft là la plus grande force centrifuge qu'on puiffe fuppofer; par ce que, fi on la faifoit plus grande que la pefanteur, les corps placez en E s'envoleroient en l'air.

Hors de ce cas, fi dans l'Equation trouvée l'on fait $yy \propto az$, eftant z une ligne indeterminée, l'on aura

$$z \propto a - 2f + \frac{2ff}{a} - \sqrt{4ff - 8f^3 + \frac{4f^4}{aa} + \frac{4ffxx}{aa}}$$ [27])

Et mettant d pour $\frac{ff}{a} - f$, viendra $z \propto a + 2d - \sqrt{4dd + \frac{4ffxx}{aa}}$. D'où je connois que, C O eftant x, fi la perpendiculaire O T eft appellée z; le point T fera dans une Hyperbole dont l'axe adjouté à C E fera $4d$. Et que comme $4ff$ à aa, ainfi fera l'axe au parametre; qui fera donc $\frac{aad}{ff}$, c'eft-à-dire $a - \frac{na}{p}$, en reftituant les valeurs de d & de f. Et parce que yy eftoit égale à az, il s'enfuit que D O $\propto y$ fera moyene proportionelle entre O T & E C. D'où l'on peut trouver les points par lefquels la ligne courbe E D P doit paffer.

[Fig. 131]



Or cette ligne fatisfait auffi à ce que j'ay dit eftre requis; fçavoir que menant D R qui luy foit à angles

[26]) Comparez la p. 393 qui précède.
[27]) Equation également trouvée plus haut (p. 402).

droits, la raiſon | de O R à R C ſera compoſée de la raiſon de p à n, & de E C à C D, (p. 159).
comme cela ſe peut prouver par le calcul d'Algebre [28]).

J'ay ſuppoſé dans tout ce raiſonnement que la peſanteur eſt la meſme au dedans de la Terre qu'à ſa ſurface; ce qui me paroit fort vraiſemblable, non obſtant la raiſon qu'on peut avoir d'en douter, dont je parleray aprés. Mais quand il en ſeroit autrement [29]), cela ne changeroit preſque rien à ce qui a eſté trouvé de la figure de la Terre: mais bien alors quand la force centrifuge fait une partie conſiderable de la peſanteur, ou qu'elle luy eſt égale, comme dans le cas de la figure Parabolique, qui alors deviendroit tout autre. Au reſte quand la force centrifuge en E eſt tres petite à raiſon de la peſanteur, comme elle eſt icy ſur la Terre, l'Hyperbole E T P, à cauſe du grand éloignement de ſon centre, approche fort de la Parabole, & par conſequent E D P ne differe guere de l'Ellipſe; ni guere auſſi du cercle, parce que E C alors ne ſurpaſſe C P que de fort peu; comme il a eſté trouvé peu devant, que cet exces n'eſt que $\frac{1}{578}$ de E C, demidiametre de la Terre.

Monſieur Newton le trouve $\frac{1}{231}$ de E C, & que ainſi la figure de la Terre differe bien plus de la ſpherique; ſe ſervant en cela d'une tout autre ſupputation. que je n'examineray pas icy, parce qu'auſſi bien je ne ſuis pas d'accord d'un Principe qu'il ſuppoſe dans ce calcul & ailleurs; qui eſt, que toutes les petites parties, qu'on peut imaginer dans deux ou pluſieurs differents corps, s'attirent ou tendent à s'approcher mutuellement. Ce que je ne ſçaurois admettre, par ce que je crois voir clairement, que la cauſe d'une telle attraction n'eſt point explicable par aucun principe de Mechanique, ni des regles du mouvement. comme je ne ſuis pas perſuadé non plus de la neceſſité de l'attraction mutuelle des corps entiers; ayant fait voir que, quand il n'y auroit point de Terre, les corps ne laiſſeroient pas, par ce qu'on appelle leur peſanteur, de tendre vers un centre. |

---

28) L'équation de la courbe EDP est $y^4 - 2Ay^2 - 4f^2x^2 + B = 0$.. (1), où $A = 2f^2 - 2af + a^2$ et $B = (2af - a^2)^2$. Il s'agit de démontrer que $\frac{x + RC}{RC} = \frac{f}{\sqrt{x^2 + y^2}}$ ... (2)

Or, l'équation de la courbe donne

$$-y\frac{dy}{dx} = \frac{2f^2x}{A - y^2}$$

$$\text{donc } x + RC = \frac{2f^2x}{A - y^2} \text{ et } \frac{x + RC}{RC} = \frac{2f^2}{2f^2 - A + y^2}.$$

L'équation (2) devient $2f^2 - A + y^2 = 2f\sqrt{x^2 + y^2}$.

En portant les deux membres au carré on retrouve l'équation (1). C. Q. F. D.

Evidemment, on peut aussi commencer le calcul en se servant de la méthode de Huygens (T. XIX, p. 243 et suiv.) pour trouver la soustangente.

29) Huygens veut probablement dire: quand la pesanteur, au dedans de la terre, ne serait pas tout-à-fait constante.

(*p.* 160.) Je n'ay donc rien contre la *Vis Centripeta*, comme Mr. Newton l'appelle, par la quelle il fait pefer les Planetes vers le Soleil, & la Lune vers la Terre, mais j'en demeure d'accord fans difficulté: parce que non feulement on fçait par experience qu'il y a une telle maniere d'attraction ou d'impulfion dans la nature, mais qu'auffi elle s'explique par les loix du mouvement, comme on a vû dans ce que j'ay écrit cy deffus de la pefanteur. Car rien n'empêche que la caufe, de cette *Vis Centripeta* vers le Soleil, ne foit femblable à celle qui pouffe les corps, qu'on appelle pefants, à defcendre vers la Terre. Il y avoit long temps que je m'eftois imaginé, que la figure fpherique du Soleil pouvoit eftre produite de mefme que celle qui, felon moy, produit la fphericité de la Terre [30]; mais je n'avois point etendu l'action de la pefanteur à de fi grandes diftances, comme du Soleil aux Planetes, ni de la Terre à la Lune; parce que les Tourbillons de Mr. Des Cartes, qui m'avoient autrefois paru fort vraifemblables, & que j'avois encore dans l'efprit, venoient à la traverfe. Je n'avois pas penfé non plus à cette diminution reglée de la pefanteur, fçavoir qu'elle eftoit en raifon reciproque des quarrez des diftances du centre: qui eft une nouvelle & fort remarquable proprieté de la pefanteur, dont il vaut bien la peine de chercher la raifon. Mais voiant maintenant par les demonftrations de Mr. Newton, qu'en fuppofant une telle pefanteur vers le Soleil, & qui diminue fuivant la dite proportion, elle contrebalance fi bien les forces centrifuges des Planetes, & produit juftement l'effet du mouvement Elliptique, que Kepler avoit deviné, & verifié par les obfervations, je ne puis guere douter que ces Hypothefes touchant la pefanteur ne foient vrayes, ni que le Syfteme de Mr. Newton, autant qu'il eft fondé la deffus, ne le foit de mefme. Qui doit paroitre d'autant plus probable, qu'on y trouve la folution de plufieurs difficultez, qui faifoient de
(*p.* 161). la peine dans les Tourbil|lons fuppofez de Des Cartes. On voit maintenant comment les excentricitez des Planetes peuvent demeurer conftamment les mefmes: pourquoy les plans de leurs Orbes ne s'uniffent point, mais gardent leurs differentes inclinaifons à l'égard du plan de l'Ecliptique, & pourquoy les plans de tous ces Orbes paffent neceffairement par le Soleil [31]. Comment les mouvemens des Planetes peuvent s'accelerer & fe ralentir par les degrez qu'on y obferve; qui malaifement pouvoient eftre tels, fi elles nageoient dans un Tourbillon autour du Soleil [32]. On y voit enfin

[30]) Il semble qu'ici Huygens attribue la forme sphérique — ou presque sphérique — de la terre aux mouvements tourbillonnaires de la matière extérieure aussi bien qu'intérieure. Ailleurs il ne parle que de cette dernière: voyez les p. 497—498 qui suivent.

[31]) Voyez sur cette dernière question la note 10 de la p. 350 qui précède.

[32]) Dans les „Pensees meslees", au § 16, donc en 1686 (ou peut-être en 1687 puisque la phrase a été ajoutée après coup) Huygens ne se montrait pas encore convaincu de l'impossibilité ou du moins de la grande difficulté, pour employer un terme moins fort, qu'il y aurait à vouloir expliquer par certaines propriétés des tourbillons les accélérations et ralentissements kepleriens des planètes.

comment les Cometes peuvent traverser nostre Systeme. Car depuis qu'on sçait qu'elles entrent souvent dans la region des Planetes, on avoit de la peine à concevoir comment elles pouvoient quelquefois aller d'un mouvement contraire à celuy du Tourbillon, qui avoit assez de force pour emporter les Planetes [33]). Mais, par la doctrine de Mr. Newton, ce scrupule est encore osté; puisque rien n'y empèche que les Cometes ne parcourent des chemins Elliptiques autour du Soleil, comme les Planetes; mais des chemins plus étendus, & de figure plus differente de la circulaire; & qu'ainsi ces corps n'aient leurs retours periodiques, comme quelques Philosophes & Astronomes anciens & modernes se l'estoient imaginé.

Il y a seulement cette difficulté, que Mr. Newton, en rejettant les Tourbillons de Des Cartes, veut que les espaces celestes ne contienent qu'une matiere fort rare, afin que les Planetes & les Cometes rencontrent d'autant moins d'obstacle en leur cours. Laquelle rareté estant posée, il ne semble pas possible d'expliquer ni l'action de la Pesanteur, ni celle de la Lumiere, du moins par les voies dont je me suis servi. Pour examiner donc ce point, je dis que la matiere etherée peut estre censée rare de deux manieres, sçavoir ou que ses particules soient distantes entre elles, avec beaucoup de vuide entre deux; ou qu'elles se touchent, mais que le tissu de chacune soit rare, & | (p. 162). entre-meslé de beaucoup de petits espaces vuides. Pour ce qui est du vuide, je l'admets sans difficulté, & mesme je le crois necessaire pour le mouvement des petits corpuscules entre eux. n'estant point du sentiment de Mr. Des Cartes, qui veut que la seule étendue fasse l'essence du corps; mais y adjoutant encore la dureté parfaite, qui le rende inpenetrable, & incapable d'estre rompu ni écorné. Cependant à considerer la rareté de la premiere, je ne vois pas comment alors on pourroit rendre raison de la Pesanteur: & quant à la Lumiere, il me semble entierement impossible, avec de tels vuides, d'expliquer sa prodigieuse vitesse, qui doit estre six cent mille fois plus grande que celle du Son, suivant la demonstration de Mr. Romer, que j'ay raportée au Traité de la Lumiere. C'est pourquoy je tiens qu'une telle rareté ne sçauroit convenir aux espaces celestes.

Il y a plus d'apparence de la concevoir de l'autre façon; parce que les particules s'y peuvent toucher, comme je les ay supposées au dit Traité, & toutefois, à cause de la legereté de leur tissu, resister fort peu au mouvement des Planetes. Car que sçait on jusqu'où la nature peut aller à composer des corps durs, avec peu de matiere; sur tout, si des particules tres menues & deliées, ou mesme creuses [34]), peuvent estre infiniment

---

33) Comparez la note 1 de la p. 288 du T. XIX. Il est vrai que malgré cette „peine à concevoir" Huygens avait encore tâché en 1686 (§ 16 de la p. 353 qui précède) de rendre plausible le mouvement assez libre d'une comète au travers d'un vortex deferens.

34) Il n'est pas question ici de particules *parfaitement* creuses renfermant, pour ainsi dire, des chambres sans fenêtres: comparez ce que Huygens disait quelques années plus tôt (p. 381 qui précède) sur l'impossibilité de l'existence de particules creuses ainsi conçues, et consultez aussi le troisième alinéa de la p. 458 qui précède.

fortes. Mais je crois que, sans considerer la rareté, la grande agitation de la matiere etherée, peut contribuer beaucoup à sa penetrabilité. Car si le petit mouvement des particules de l'eau la rend liquide, & de beaucoup moindre resistence, à l'égard des corps qui nagent dedans, que n'est le sable ou quelque poudre tres fine; ne faut il pas qu'une matiere plus subtile, & infiniment plus agitée, soit aussi d'autant plus aisée à penetrer?

Quoy qu'il en soit, nous voions que la nature ne manque pas d'industrie, pour faire qu'il y ait des espaces, dans lesquels les corps se meuvent avec tres peu de resistence; car (p. 163). cela pa|roit par ce que nos mains sentent dans l'air, & encore plus par les experiences qu'on fait dans les vaisseaux de verre, dont on a tiré tout l'air: où la plume la plus legere, descend avec la mesme vitesse qu'une balle de plomb. Que si on vouloit soutenir que cela procede de la grande rareté de la matiere qui reste dans ce vuide d'air; j'alleguerois au contraire qu'on y aperçoit l'effet d'une matiere qui pese fort considerablement [35]), comme on a vû dans l'experience cy dessus raportée.

Quant au raisonnement de Mr. Newton dans la Prop. 6. du Livre 3. pour prouver l'extreme rareté de l'ether: sçavoir que les pesanteurs des corps sont comme les quantitez de la matiere qu'ils contienent; & que, cela estant, si les espaces de l'air ou de l'éther estoient aussi pleins de matiere que l'or & l'argent, ces metaux n'y descendroient pas; parce qu'un corps solide, n'ayant pas une plus grande pesanteur specifique qu'un fluide, n'y sçauroit enfoncer. je dis que je suis d'accord que les pesanteurs des corps suivent les quantitez de leur matiere; & je l'ay mesme demontré dans ce present Discours. Mais j'ay aussi fait voir, qu'à ces corps que nous appellons pesants, la pesanteur peut bien estre imprimée par la force centrifuge d'une matiere, qui ne pese point elle mesme vers le centre de la Terre, à cause de son mouvement circulaire & tres rapide; mais qui tend à s'en éloigner. Cette matiere donc peut fort bien remplir tout l'espace autour de la Terre, que d'autres corpuscules n'occupent point, sans que cela empesche la descente des corps qu'on appelle pesants; estant au contraire la seule cause qui les y oblige. Ce seroit autre chose si on supposoit que la pesanteur fust une qualité inherente de la matiere corporelle. Mais c'est à quoy je ne crois pas que Mr. Newton consente, parce qu'une telle hypothese nous eloigneroit fort des principes Mathematiques ou Mechaniques.

(p. 164). Il me dira peutestre, que, quand on m'auroit accordé | que la matiere etherée consiste en des particules qui se touchent, pour transmettre la lumiere; on ne verroit pas

---

35) Nous avons déjà observé plus haut (p. 380) que Huygens n'ose pas toujours identifier avec l'éther luminifère la matière fort pesante qu'il croyait avoir découverte par l'expérience du fluide qui ne veut pas descendre (T. XIX, p. 214—215), comme il le fait dans ses considérations sur les aimants (T. XIX, p. 560 et 585).

pourtant qu'elle obſerveroit cette regle de ne s'étendre qu'en ligne droite, comme elle fait; parce que cela eſt contre ſa Propos. 42. du 2 Livre. qui dit que le mouvement, qui ſe repand dans une matiere fluide, ne s'etend pas ſeulement tout droit depuis ſon origine, apres avoir paſſé par quelque ouverture, mais qu'il s'ecarte auſſi à coſté. A quoy je repons par avance, que ce que j'ay allegué, pour prouver que la lumiere (hors-mis en la reflexion ou en la refraction) ne s'etend que directement, ne laiſſe pas de ſubſiſter non obſtant la dite Propoſition. Parce que je ne nie pas que, quand le Soleil luit à travers une feneſtre, il ne ſe repande du mouvement à coſté de l'eſpace eclairé; mais je dis que ces ondes detournées ſont trop foibles pour produire de la lumiere. Et quoyqu'il veuille que l'emanation du Son prouve que ces epanchemens à coſté ſont ſenſibles, je tiens pour aſſuré qu'elle prouve pluſtoſt le contraire. Par ce que ſi le Son, ayant paſſé par une ouverture, s'etendoit auſſi à coſté, comme veut Mr. Newton, il ne garderoit pas ſi exactement, dans l'Echo, l'égalité des angles d'incidence & de reflexion; en ſorte que quand on eſt placé en un lieu, d'où il ne peut point tomber de perpendiculaire ſur le plan reflechiſſant d'un mur un peu eloigné, on n'entend point repondre l'Echo au bruit qu'on fait en ce lieu, comme je l'ay experimenté tres ſouvent. Je ne doute pas auſſi, que l'experience qu'il apporte du Son, qu'on entendroit non obſtant une maiſon interpoſée, ne ſe trouvaſt tout autre, pourvû que cette maiſon fuſt placée au milieu de quelque grande eau, ou en ſorte qu'il n'y euſt rien autour, qui puſt renvoier quelque parcelle du Son par reflexion.

Et pour ce qu'il dit, qu'en quelque endroit qu'on ſoit dans une chambre, dont la feneſtre eſt ouverte, on y entend le Son de dehors, non pas par la reflexion des murailles, mais venant | directement de la fenétre; on voit combien il eſt facile de s'y abuſer, à *(p. 165)*. cauſe de la multitude des reflexions reïterées, qui ſe ſont comme dans un inſtant; de ſorte que le Son, qui s'entend comme venant immediatement de la fenétre ouverte, en peut venir, ou des endroits fort proches, aprés une double reflexion. J'avouë donc, que pour ce qui eſt des ondulations ou cercles qui ſe ſont à la ſurface de l'eau, la choſe ſe paſſe à peu pres comme l'aſſure Mr. Newton: c'eſt à dire qu'une onde, aprés avoir paſſé l'ouverture, ſe dilate en ſuite d'un coſté & d'autre, & toutefois plus foiblement là que dans le milieu. Mais pour le Son, je dis que ces emanations par les coſtez, ſont preſque inſenſibles à l'oreille: & qu'en ce qui eſt de la lumiere, elles ne ſont point d'effet du tout ſur les yeux [36]).

J'ay crû devoir aller au devant de ces objections que pouvoit ſuggerer le Livre de Mr. Newton, ſçachant la grande eſtime qu'on fait de cet ouvrage, & avec raiſon; puis qu'on ne ſçauroit rien voir de plus ſçavant en ces matieres, ni qui temoigne une

---

[36]) Dans sa lettre d'avril 1694 à de Beyrie (T. X, p. 605) Fatio de Duillier écrit à propos de ce passage: „Mr. Newton se rend à ce raisonnement de Mr. Hugens".

plus grande penetration d'efprit. Il me refte encore deux chofes à remarquer dans fon Syfteme, qui me femblent fort belles, & qui me donneront occafion de faire quelque reflexion. Aprés quoy j'adjouteray ce que j'ay trouvé parmi mes papiers touchant le mouvement des corps à travers l'air, ou autre milieu qui refifte; duquel mouvement il traite au long dans le livre 2.

On a vû comment dans le Syfteme de Mr. Newton les pefanteurs, tant des Planetes vers le Soleil, que des Satellites vers leurs Planetes, font fuppofées en raifon double reciproque de leurs diftances du centre de leurs Orbes. Ce qui fe confirme admirablement par ce qu'il demontre touchant la Lune; fçavoir que fa force centrifuge, que luy donne fon mouvement, égale precifement fa pefanteur vers la Terre, & qu'ainfi ces
(p. 166). deux forces contraires la tienent fufpendue là où elle eft. Car la | diftance d'icy à la Lune eftant de 60 demidiametres de la Terre, & partant la pefanteur, dans fa region, $\frac{1}{3600}$ de celle que nous fentons; il faloit que la force centrifuge d'un corps, qui fe mouvroit comme la Lune, égalaft de mefme $\frac{1}{3600}$ du poids qu'il auroit à la furface de la Terre. Ce qui fe trouve effectivement ainfi, & le calcul s'en peut faire aifément, puis qu'on fçait desja que la force centrifuge fous l'Equateur eft $\frac{1}{289}$ de noftre pefanteur icy bas.

Mais puifque cet exemple de la Lune prouve fi bien la diminution du poids, fuivant la raifon reciproque des quarrez des diftances du centre de la Terre; on pourroit douter s'il n'y auroit pas aux Pendules une autre inégalité, outre celle qui eftoit caufée par le mouvement journalier. Car fi la Terre n'eft pas fpherique, mais affez pres fpheroïde, & qu'un point fous l'Equateur eft plus eloigné du centre, que n'eft un point fous le Pole, dans la raifon de 578 à 577, comme il a efté dit cy-devant; les pefanteurs eftant en ces endroits en raifon contraire des quarrez des diftances, il faudroit auffi que le pendule fous l'Equateur fuft plus court, que celuy deffous le Pole, dans cette mefme raifon contraire. C'eft à dire que ces pendules feroient comme 288 à 289; ou que le pendule fous l'Equateur feroit plus court de $\frac{1}{289}$ de ce qu'il feroit fous le Pole. Qui eft juftement la mefme difference, qui provenoit cy deffus du mouvement journalier, ou de la force centrifuge. De forte qu'une Horloge, avec la mefme longueur de pendule, iroit plus lentement fous l'Equateur que fous le Pole, du double de ce qu'elle retardoit par le mouvement de la Terre; & ainfi cette difference journaliere fous l'Equateur feroit de pres de 5 minutes. Et fous les autres paralleles, on la trouveroit par tout plus que double de ce qu'elle y eftoit auparavant. Mais je doute fort que l'experience confirme cette grande variation [37]), puifque j'ay vû que, dans le voiage

[36]) Telle n'est pas précisement l'opinion de Newton, comme nous l'avons remarqué aussi vers la fin de l'Avertissement.

[37]) Voyez, outre l'Avertissement, notre remarque dans la Partie *II* de la p. 422 qui précède, où nous avons cité ce passage du Discours.

dont j'ay ſait mention, la ſeule premiere équation ſuffit, & que la plus que double mettroit, vers | le milieu du chemin, trop de difference entre la route du vaiſſeau, (p. 167).
calculée ſur le Pendule, & celle qu'il tenoit par l'Eſtime des Pilotes. Et pour rendre raiſon pourquoy la ſeconde variation n'auroit point lieu, je dis qu'il ne ſeroit pas étrange ſi la peſanteur, prés de la ſurface de la Terre, ne ſuivoit pas preciſement, ainſi que dans les regions plus élevées, la diminution que ſont les differentes diſtances du centre [38]); parce qu'il ſe peut que le mouvement de la matiere qui cauſe la peſanteur, ſoit aucunement alteré dans la proximité de la Terre. comme il l'eſt apparemment au dedans: puiſque ſans cela il ſaudroit dire que la peſanteur, en allant vers le centre, augmenteroit à l'infini; ce qui n'eſt point vraiſemblable. Au contraire, ſelon Mr. Newton, la peſanteur au dedans de la Terre diminue ſuivant que les corps approchent du centre; mais il ſe ſert à le prouver de ſon principe, dont j'ay dit que je ne ſuis pas d'accord.

Ce qui me reſte à remarquer touchant ſon Syſteme, & qui m'a fort plû, c'eſt qu'il trouve moyen, en ſuppoſant la diſtance d'icy au Soleil connue, de definir quelle eſt la peſanteur que ſentiroient les habitans de Saturne & de Jupiter, comparée à la noſtre icy ſur la Terre, & quelle encore eſt ſa meſure à la ſurface du Soleil [39]). Choſes qui d'abord ſemblent bien éloignées de noſtre connoiſſance; & qui pourtant ſont des conſequences des principes que j'ay raportez peu devant.

Cette determination a lieu dans les Planetes qui ont un ou pluſieurs Satellites, parce que les temps periodiques de ceux cy, & leur diſtances des Planetes qu'ils accompagnent, doivent entrer dans le calcul. Par lequel Mr. Newton trouve les peſanteurs aux ſurfaces du Soleil, de Jupiter, de Saturne, & de la Terre, dans la raiſon de ces nombres, 10000, $804\frac{1}{2}$, 536, $805\frac{1}{2}$. Il eſt vray qu'il y a quelque incertitude à cauſe de la diſtance du Soleil, qui n'eſt pas aſſez bien connuë, & qui a eſté priſe dans ce calcul d'environ 5000 diametres de la Terre, au | lieu que, ſuivant la dimenſion de Mr. Caſſini, elle eſt (p. 168).
environ de 10000, qui approche aſſez de ce que j'avois autreſois trouvé, par des raiſons vraiſemblables, dans mon Syſteme de Saturne, ſçavoir 12000 [40]). Je differe auſſi quelque choſe en ce qui eſt des diametres des Planetes. De ſorte que, par ma ſupputation, la peſanteur dans Jupiter, à celle que nous avons icy ſur la Terre, ſe trouve comme 13 à 10, au lieu que Mr. Newton les ſait égales, ou inſenſiblement differentes. Mais la peſanteur dans le Soleil, qui, par les nombres qu'on vient de voir, eſtoit environ 12 ſois plus grande que la noſtre ſur la Terre, je la trouve 26 ſois plus grande. D'où s'enſuit [41]), en expliquant la peſanteur de la façon que j'ay fait, que la matiere fluide,

---

[38]) Comparez ce que nous avons dit dans la Partie *A* de la p. 416 qui précède.
[39]) Voyez sur ces calculs les p. 408—412 qui précèdent.
[40]) Comparez ce que nous avons dit à la p. 348 qui précède.
[41]) Voyez la p. 411 qui précède.

aupres du foleil, doit avoir une viteffe 49 fois plus grande que celle que nous avons trouvée pres de la Terre; qui eftoit defià 17 fois plus grande que la viteffe d'un point fous l'Equateur. Voila donc une terrible rapidité; qui m'a fait penfer fi elle ne pouroit pas bien eftre la caufe de la lumiere eclatante du Soleil, fuppofé que la lumiere foit produite comme je l'explique dans ce que j'en ay écrit; fçavoir de ce que les particules Solaires, nageant dans une matiere plus fubtile & extremement agitée, frappent contre les particules de l'Ether qui les environnent. Car fi l'agitation d'une telle matiere, avec le mouvement qu'elle a icy fur la Terre, peut caufer la clarté de la flamme d'une chandelle, ou du Camphre allumé, combien plus grande fera t'elle cette clarté par un mouvement 49 fois plus prompt & plus violent?

J'ay vu avec plaifir ce que Mr. Newton écrit touchant les chûtes & les jets des corps pefants dans l'air, ou dans quelqu'autre milieu qui refifte au mouvement; m'eftant appliqué autrefois [42]) à la mefme recherche. Et puifque cette matiere appartient en partie à celle de la Pefanteur, je crois pouvoir raporter icy ce que j'en decouvris alors.
(p. 169). Ce que je ne feray pourtant qu'en | abregé & fans y joindre les demonftrations; ayant negligé de les achever, parce que cette fpeculation ne m'a pas femblé affez utile, ni de confequence, à proportion de la difficulté qui s'y rencontre.

J'examinay premierement ces mouvemens, en fuppofant que les forces de la Refiftance font comme les Viteffes des corps, ce qui alors me paroiffoit fort vraifemblable. Mais ayant obtenu ce que je cherchois, j'appris prefque en mefme temps, par les experiences que nous fîmes à Paris dans l'Academie des Sciences, que la refiftence de l'air, & de l'eau, eftoit comme les quarrez des viteffes [43]). Et la raifon eft affez aifée à concevoir; parce qu'un corps, allant par exemple avec double viteffe, eft rencontré par deux fois autant de particules de l'air ou de l'eau, & avec double celerité. Ainfi je vis ma nouvelle Theorie renverfée, ou du moins inutile. Apres quoy je voulus auffi chercher ce qui arrive lors qu'on fuppofe ce veritable fondement des Refiftances; où je vis que la chofe eftoit beaucoup plus difficile, & fur tout en ce qui regarde la ligne courbe que parcourent les corps jettez obliquement.

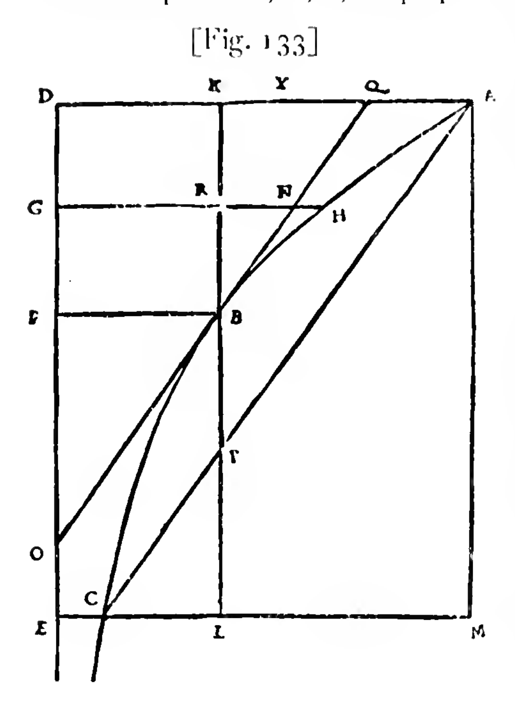
Dans la premiere fuppofition, où les refiftances font comme les viteffes, je remarquay que, pour trouver les efpaces paffez en de certains temps, lors que les corps tombent ou montent perpendiculairement, & pour connoitre les viteffes au bout de ces temps, il y avoit une ligne courbe, que j'avois examinée long temps auparavant, qui eftoit de grand ufage en cette recherche. On la peut appeller la *Logarithmique* ou la *Logiftique*, car je ne vois pas qu'on luy ait encore donné de nom, quoyque

---

[42]) Déjà, et surtout, en 1668; voyez la p. 381 qui précède.
[43]) Voyez ces expériences aux p. 120—127 du T. XIX.

d'autres l'aient encore confiderée cy devant [44]). Cette ligne infinie eftant A B C, [Fig. 133] elle a une ligne droite pour Afymptote, comme D E; dans la quelle fi on prend des parties égales quelquonques qui fe fuivent, comme D G, G F, & que l'on tire des points D, G, F, des perpendiculaires jufqu'à la courbe, fça | voir, D A, (p. 179) G H, F B, ces lignes feront proportionelles continues, D'où l'on voit qu'il eft aifé de trouver autant de points qu'on veut dans cette courbe; de la quelle je raporteray par apres quelques proprietez qui meritent d'eftre confiderées. Pour expliquer ce qui eft des chûtes des corps, je repete icy premierement ce que j'ay écrit à la fin du Traité du Centre d' Agitation [45]): fçavoir qu'un corps, en tombant à travers l'air, augmente continuellement fa viteffe, mais toutefois en forte qu'il n'en peut jamais exceder, ni mefme atteindre, un certain degré; qui eft la viteffe qu'il faudroit à l'air à foufler de bas en haut, pour tenir le corps fufpendu fans pouvoir defcendre; car alors, la force de l'air contre ce corps, égale fa pefanteur. J'appelle cette viteffe, dans chaque corps, la viteffe *Terminale*.

[Fig. 133]



---

44) En réponse à une question de G. Eneström dans l'„Intermédiaire des mathématiciens" (T. VI), où il demandait quels sont les mathématiciens qui se sont occupés de la courbe logarithmique avant Huygens, P. Tannery répondait dans le T. VII de 1900 du même périodique („Mémoires Scientifiques" X, p. 370—372; nous avons déjà cité cette réponse à la p. 199 du T. XX) que Leibniz annonce dans une lettre du 8 mars 1673 une dissertation du P. Pardies (mort peu après) sur la *linea logarithmica*, dont il (P.) avait déjà dit quelques mots dans ses „Elementa Geometriæ". Collins fait répondre à Leibniz par Oldenburg, le 6 avril 1673, que cette courbe est déjà bien connue en Angleterre.

Eneström et Tannery ignoraient qu'il ne fallait pas dire „avant Huygens" puisque celui-ci s'était occupé de la courbe depuis 1661 (T. XIV), mais seulement „avant la publication du Discours de Huygens en 1690".

Huygens ne songe certainement pas à Torricelli (voyez la p. 554 du T. XX); mais voyez ce qu'il dit plus loin (p. 179) sur les considérations auxquelles l'„Opus Geometricum" de 1647 de Gregoire de St. Vincent donna lieu, et aussi ce que nous avons dit sur Kepler à la p. 294 du T. XX.

45) P. 359 du T. XVIII. Huygens parle de la Quatrième Partie de l'„Horologium oscillatorium" de 1673.

Si donc un corps peſant eſt jetté perpendiculairement en haut, avec une viteſſe dont la raiſon à la viteſſe Terminale ſoit donnée, par exemple comme de la partie A K à K D dans l'ordonnée A D, perpendiculaire à l'aſymptote D E; ſoit menée K B parallele à cette aſymptote, & qu'au point B la courbe ſoit touchée par la droite B O, qui rencontre D E en O, & D A en Q. Laquelle tangente ſe trouve en prenant F O, depuis
(*p.* 171). l'ordonnée | B F; égale à une certaine longueur, qui pour toutes les tangentes eſt la meſme, & que je definiray dans la ſuite. Puis ſoit A C parallele à cette tangente, coupant K B prolongée en P; & du point C, où elle rencontre la courbe, ſoit tirée C L M, parallele à A D, & coupant K B prolongée, & A M parallele à l'aſymptote, aux points L & M. Maintenant le temps que le corps met à monter à la hauteur où il peut arriver, eſt au temps de ſa deſcente de cette meſme hauteur, comme la ligne K B à B L [46]).

Et le temps qu'il emploie à monter à travers l'air, eſtant jetté comme il a eſté dit, eſt au temps qu'il emploieroit ſans rencontrer de reſiſtence, comme K B à K P [47]).

Et la hauteur à laquelle il montera dans l'air, à celle où il monteroit ſans reſiſtence, comme l'eſpace A B K au triangle A P K [48]), ou comme Q A à A X, que je ſuppoſe eſtre la moitié d'une troiſieme proportionelle aux lignes D K, K A [49]).

Et ſa viteſſe, en commençant de monter, à celle qu'il a en retombant à terre, comme M L à L C [50]).

On trouve de plus, par cette meſme ligne, quelle eſt la courbe que parcourt un corps jetté obliquement. Car, dans la meſme figure, [Fig. 134] ſi l'angle du jet, ſur la ligne horizontale, eſt L M R, avec une viteſſe donnée, dont le mouvement en

---

[46]) Ceci correspond à la l. 4 d'en bas de la p. 117 du T. XIX: „Tempus autem ascensus ad tempus descensus erit ut CD ad DI". Nous avons dit dans la note 4 de la p. 116 de ce Tome que le calcul des p. 116—117 (§ 10) date probablement de 1668. D'ailleurs la même chose se trouve déjà au § 6 (l. 5—6 de la p. 111 du T. XIX), ainsi qu'au § 7 (l. 8 de la p. 113 du même Tome) qui sont certainement de 1668.

[47]) Ceci correspond aux l. 9—6 d'en bas de la p. 103 (§ 1) du T. XIX datant de 1668: „Et quam rationem habebit CN ad CE, eam habebit tempus ascensus corporis N [auquel l'air ne résiste pas] ad tempus totius ascensus corporis R". Il est vrai qu'ici il avait été supposé que la vitesse initiale des deux corps montants était la „vitesse terminale", ce qui se traduisait dans la figure par l'égalité des longueurs qui dans la présente Fig. 133 sont désignées par AK et KD.

[48]) Ceci correspond aux dernières lignes de la p. 103 du T. XIX; même remarque sur les vitesses.

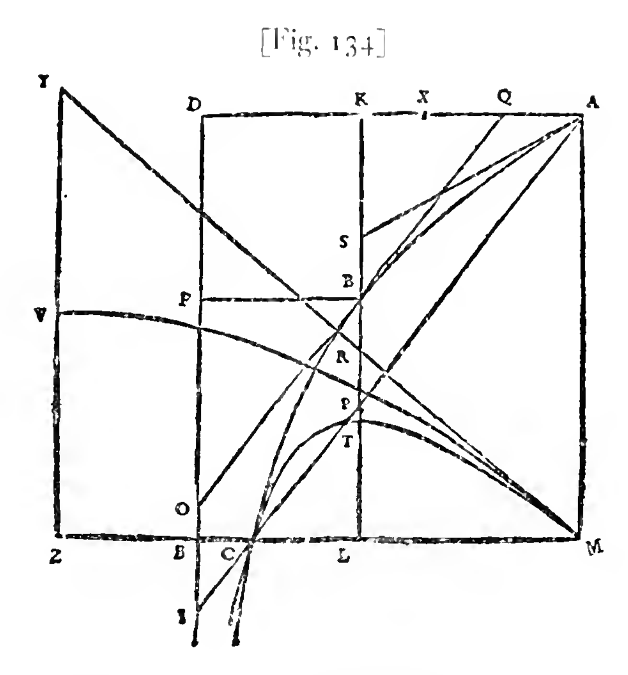
[49]) On a: espace ABK = AQ × latus rectum (T. XIX, § 5, p. 110, l. 9—7 d'en bas). Il faut donc encore démontrer que Δ APK = AX × latus rectum, c. à. d. que AK : KP = KD : latus rectum. Ceci revient à KP = latus rectum dans le cas où AK = KD qui est celui du § 1 de la p. 102 du T. XIX; comparez la fin de la note 47. On voit généralement que AK : KP = KD : latus rectum en menant (ce que nous n'avons pas fait dans la figure) par K une parallèle à AC et QO qui coupe DE en un point S: les ΔΔ SDK et PKA seront semblables, et l'on aura DS = latus rectum (OF) puisque les ΔΔ SDK et OFB sont congruents. C. Q. F. D.

[50]) Ceci correspond au rapport VII : ZX de la l. 7 de la p. 113 (§ 7) de 1668 du T. XIX.

haut foit à la viteffe Terminale comme A K à K D: foit repetée la conftruction precedente, & que la droite A S, qui touche la courbe A B C en A, rencontre K B en S. Puis comme S P à P B ainfi foit R L à L T, & fur la bafe M C foit dreffée une figure proportionelle au fegment A B C P, en forte que les paralleles & également diftantes de l'afymptote D E, dans l'une & l'autre figure, aient par tout la mefme raifon de B P à T L. Ce fera la courbe M T C qui marquera la figure requife du jet [51]).

Et parce que la hauteur de l'élevation avec refiftance, eftoit à la hauteur du jet libre, comme Q A à A X; fi l'on fait que T L ait cette mefme raifon à une autre ligne V Z; ce fera la hauteur | de la Parabole M V que fait ce jet libre, commencé en M [p. 172].

[Fig. 134]



avec la mefme force, & dans la mefme direction M R, qu'avoit l'autre jet. De forte que fi dans l'angle L M R on ajufte Y Z perpendiculaire à M C, & égale à la double V Z, on aura le fommet de cette parabole en V au milieu de Y Z, & fa demie bafe ou demie amplitude M Z.

Il eft à noter que, quel que foit l'angle d'elevation L M R, pourvu que la viteffe verticale demeure la mefme, on trouve icy la mefme amplitude M C. Mais il faut eftre averti que ce font feulement les figures des jets qu'on trouve de cette façon, &

---

[51]) C'est la construction des p. 116—119 (§§ 10 et 11) du T. XIX.

non pas les hauteurs & amplitudes de divers jets comparez ensemble. Car ils doivent p. 173) tous estre de mesme hauteur, quand la cele | rité verticale est la mesme. C'est pourquoy alors chaque figure de jet, ainsi trouvée, doit estre reduite à une figure proportionelle d'égale hauteur, si on veut sçavoir comment les amplitudes, & les hauteurs des divers jets, sont les unes aux autres.

J'adjoute encore icy, que la ligne Logarithmique ne sert pas seulement à trouver les courbes des jets, mais qu'elle est cette courbe elle mesme en un cas, sçavoir quand on jette un corps obliquement en bas, en sorte que ce qu'il y a de descente perpendiculaire, égale la vitesse Terminale [52]). Car alors ce corps suivra precisement la courbure d'une telle ligne, en s'approchant tousjours de l'asymptote, sans la pouvoir atteindre. Et ce qui determine l'espece de la ligne, c'est que sa *Soutangente*, (je nommeray ainsi la ligne F O, qui pour toutes les tangentes est la mesme) sera double de la hauteur à laquelle la vitesse Terminale pent faire monter le corps, sans resistance du milieu [53]).

Ce sont là les choses que je trouvay en supposant la resistance estre comme la vitesse, mais toute cette Theorie estant, comme j'ay dit, fondée sur un principe, que la nature ne suit point en ce qui est des resistances de l'air & de l'eau, je la negligeay entierement; & ce n'est qu'à l'occasion du Traité de Mr. Newton que je l'ay reprise, pour voir si ce que nous avions cherché par des voies fort differentes, s'accordoit ensemble comme il faloit. Ce qui se trouve ainsi: car la construction pour la ligne du jet, qu'il donne dans la Propos. 4 du 2 Livre, quoyque tout autre que la miene & plus difficile, produit pourtant la mesme courbe, comme cela se peut prouver par demonstration [54]).

En examinant ce qui arrive dans la vraye [55]) hypothese de la Resistance, qui est en raison double de la Vitesse, j'avois seulement determiné ce cas particulier, d'un corps

---

[52]) La composante verticale v de la vitesse restera constamment $\frac{g}{k}$ dans le cas ici considéré (l'équation du mouvement étant $\frac{dv}{dt} = g - kv$); le chemin parcouru en un temps t est donc $y = \frac{g}{k} t$. La composante horizontale de la vitesse sera $v_0 e^{-kt}$, où v_0 peut être quelconque; le chemin parcouru est donc $x = \frac{v_0}{k}(1 - e^{-kt})$. D'où résulte la courbe décrite $x = \frac{v_0}{k}\left(1 - e^{-\frac{k^2}{g}y}\right)$ qui est une logarithmique.

[53]) Le latus rectum de la logarithmique de la note précédente, savoir $\frac{g}{k^2}$, est le double de $\frac{g}{2k^2}$, c. à. d. de la hauteur qu'atteint un corps lancé verticalement en l'air avec la vitesse initiale $\frac{g}{k}$.

[54]) Voyez l'Appendice I qui suit, ainsi que la note 9 de la p. 172.

[55]) Voyez nos observations sur cette expression aux p. 85—86 du T. XIX.

jetté en haut avec ſa viteſſe Terminale; ſçavoir que le temps de toute ſon élevation en l'air, eſt au temps qu'il emploieroit à monter juſqu'où | il peut ſans reſiſtance, (p. 174)
comme le Cercle au Quarré qui luy eſt circonſcrit. Et que la hauteur du premier jet eſt à la hauteur de l'autre, comme l'eſpace entre une Hyperbole & ſon aſymptote, terminé par deux paralleles à l'autre aſymptote qui ſoient en raiſon de 2 à 1, au rectangle où parallelogramme de la meſme Hyperbole. C'eſt-à-dire, comme, dans la figure ſuivante, l'eſpace A M D K au quarré A C [56]). Je n'avois point recherché les autres cas, qui ſont compris univerſellement dans la Prop. 9, du 2 Livre de Mr. Newton, qui eſt treſbelle: & ce qui m'en empêcha, ce fut que je ne trouvois point, par la voie que je ſuivois, la meſure des deſcentes des corps, ſi non en ſuppoſant la quadrature de certaine Ligne courbe, que je ne ſçavois pas qu'elle dependoit de la quadrature de l'Hyperbole. Je reduiſis la dimenſion de l'eſpace de cette courbe, à une Progreſſion infinie, $a + \frac{1}{3}a^3 + \frac{1}{5}a^5 + \frac{1}{7}a^7$ &c. Ne ſçachant pas que la meſme progreſſion donnoit auſſi la meſure du ſecteur Hyperbolique: ce que j'ay vu depuis, en comparant la demonſtration de Mr. Newton avec ce que j'avois trouvé [57]).

Mais par ce que cette Progreſſion, pour la meſure de l'Hyperbole, n'a pas encore eſté remarquée que je ſçache, je veux expliquer icy comment elle y ſert. Soit A B [Fig. 135] une Hyperbole, dont les aſymptotes D C, C E, faſſent un angle droit. le demi axe ſoit C A, perpendiculaire à D A E qui touche l'Hyperbole; & que A C B ſoit un Secteur, la ligne C B coupant A D en F. Si on prend maintenant A C ou A D pour l'unité, & que A F ſoit nommée a, qui eſt une fraction moindre que l'unité, quand A F, A D ſont commenſurables; je dis que, comme la ſomme de la Progreſſion infinie $a + \frac{1}{3}a^3 + \frac{1}{5}a^5 + \frac{1}{7}a^7$, &c. à 1, ainſi ſera le Secteur A C B au triangle A C D. Ou ſi on mene les perpendiculaires A K, B L ſur l'aſymptote, on peut dire la meſme choſe de l'eſpace A B L K, qui eſt egal à ce Secteur, comme on voit aiſement par l'égalité des triangles C A K, C B L. De ſorte que cette Pro | greſſion pour l'Hyperbole, (p. 175)
reſpond à celle qu'a donné Mr. Leibnits pour le Cercle [58]). par laquelle, ſi le Secteur du Cercle eſt A C G, ayant pour rayon A C, & que C G coupe A E en H; A H eſtant nom-

[Fig. 135]

[56]) Voyez ces résultats aux p. 147 (note 11) et 151 (note 14) du T. XIX.

[57]) Sur ce sujet on peut consulter e.a. la note 2 de la p. 471 du T. XIX.

[58]) Voyez la note 3 de la p. 472 du T. XX ou la note 13 de la p. 535 du T. IX.

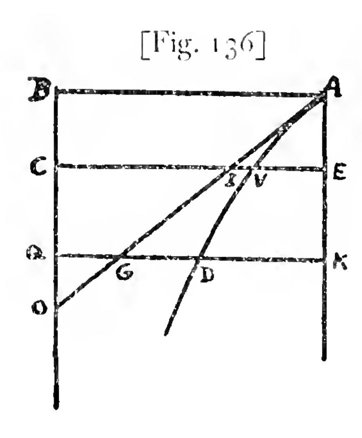
mée a, & A E égale à 1; la somme de la Progression $a - \frac{1}{3}a^3 + \frac{1}{5}a^5 - \frac{1}{7}a^7$ &c. est à 1, comme le Secteur A C G au triangle A C E, ou comme l'arc A G à la droite A E.

Pour ce qui est de la ligne du jet oblique; s'il suffisoit, dans cette maniere de resistance, de connoitre le mouvement horizontal & le vertical d'un corps, pour en composer le mouvement oblique, ainsi que dans la premiere hypothese, il y auroit moyen de determiner des points par où cette ligne doit passer: & la mesme ligne Logarithmique y seroit utile, estant tournée en sorte que son asymptote fust parallele à l'horizon; & elle mesme seroit derechef la courbe du jet, dans le cas ou j'ay dit qu'elle servoit auparavant. Mais cette composition de mouvement n'ayant point lieu icy; parce que la diminution du mouvement retardé, dans la diagonale d'un rectangle, n'est pas proportionelle aux diminutions par les costez; il est extremement difficile, si non du tout impossible, de resoudre ce Probleme [59]).

Le mouvement horizontal estant consideré à part, comme d'une boule qui rouleroit sur un plancher uni, a cela de remarquable icy, qu'il doit aller loin à l'infini, non-
(p. 176). obstant la resistance | du milieu, au lieu que, quand la resistance est comme la vitesse, il est borné, & n'atteint jamais un certain terme. Et cette infinité se prouve aisement par la Propos. 5. du 2 Livre du Traité de Mr. Newton, parce que l'espace compris entre l'Hyperbole & ses asymptotes est de grandeur infinie [60]).

Les proprietez de la ligne Logistique, que j'ay promis de raporter, & dont quelques unes ont servi à trouver ce que j'ay remarqué touchant les mouvemens à travers l'air, sont les suivantes; outre la premiere, que j'ay desia indiquée, de la proportionalité des ordonnées à l'asymptote, quand elles sont également distantes, par laquelle on trouve des points dans cette ligne.

[Fig. 136]



1. Que les espaces compris entre deux ordonnées à l'asymptote, sont entre eux comme les differences de ces ordonnées [61]). Ainsi dans cette figure [Fig. 136], où A V D est la Logistique, B O son asymptote, & les ordonnées A B, V C, D Q; dont ces dernieres, estant continuées, rencontrent A K, parallele à l'asymptote, en E, K; les espaces A B C V, A B Q D sont entre eux comme les droites E V, K D.

2. Que les mesmes choses estant posées, & A O

59) Huygens remarqua en 1689 (ou plus tot) l'impossibilité de la composition du mouvement dans le cas considéré après avoir lu les „Principia" de Newton: voyez les p. 423—426 qui précédent. Voyez aussi sur ce sujet la p. 498 de l'Appendice II qui suit.

60) Voyez la Partie F de la p. 420 qui précède.

61) Voyez l'avant-dernier alinéa datant de 1661, de la p. 402 du T. XIV.

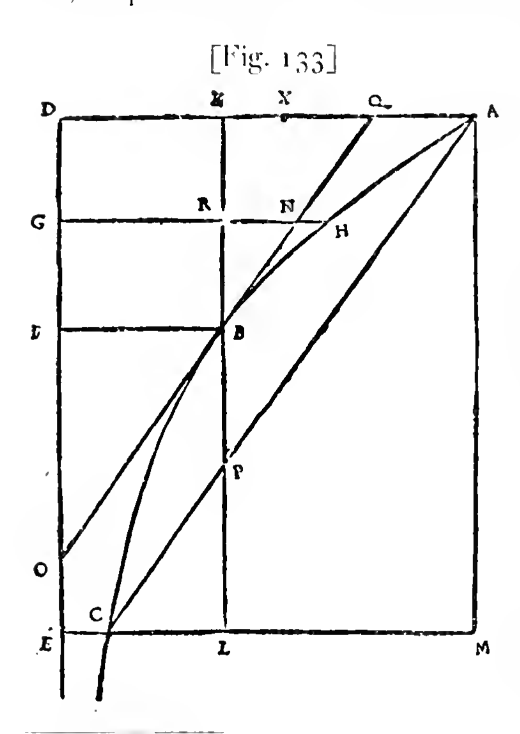
eſtant la tangente au point A, laquelle coupe C E, Q K, en I & G; les eſpaces A V E, A D K ſont entre eux comme les droites V I, D G [62]).

3. Que l'eſpace compris entre deux ordonnées, eſt à l'eſpace infini, qui, depuis la moindre de ces ordonnées, s'étend entre la Logiſtique & ſon aſymptote, comme la difference | des meſmes ordonnées eſt à la moindre. Quand je dis que l'eſpace infini a (p. 177). une certaine raiſon à un eſpace fini, cela ſignifie qu'il aproche ſi prés de la grandeur d'un eſpace donné, qui a cette proportion à l'eſpace fini, que la difference peut devenir moindre qu'aucun eſpace donné. Dans la figure precedente l'eſpace A B Q D eſt à l'eſpace infini, qui depuis D Q s'étend entre la courbe & l'aſymptote, comme K D à D Q [63]).

4. Que la Soutangente, comme B O dans la meſme figure, eſt touſjours d'une meſme longueur, à quelque point de la Logiſtique que la tangente apartiene [64]).

5. Que cette longueur ſe trouve par approximation, & qu'elle eſt à la partie de l'aſymptote, compriſe entre les ordonnées de la raiſon double, comme 4342944819032518 04 à 30102999566398 1195; ou, bien pres, comme 13 à 9 [65]).

[Fig. 133]



6. Que s'il y a trois ordonnées, comme dans cette figure ſont A D, H G, B F, & que du point de la courbe, apartenant à la moindre, on mene une parallele à l'aſymptote qui coupe les deux autres ordonnées en R & K, & une tangente B Q qui les coupe en N & Q; les eſpaces trilignes A B K, H B R ſont entre eux, comme les parties des ordonnées entre la courbe & la tangente, ſçavoir comme A Q, H N [66]).

7. Que l'eſpace infini entre une ordon- (p. 178). née, la Logiſtique, & ſon aſymptote, du coſté que ces deux dernieres vont en s'approchant, eſt double du triangle que ſont l'ordonnée, la tangente menée du meſme point que l'ordonnée, & la ſoutangente. Ainſi, dans la meſme figure, l'eſpace infini, depuis l'ordonnée B F, eſt double du triangle B F O [67]).

[62]) T. XIX, p. 110, l. 7—8, datant de 1668.

[63]) Ce théorème 3 résulte immédiatement du théorème 1.

[64]) La longueur de la soustangente ou „latus rectum" est constante d'après le deuxième alinéa de la p. 463 du T. XIV.

[65]) Voyez la p. 464 du T. XIV. Nous avons corrigé 3010399 ... en 3010299 ... Le rapport 13 à 9 aussi à la p. 108 du T. XIX.

[66]) T. XIX, p. 110, l. 6 d'en bas.

[67]) T. XIV, p. 466, quatrième alinéa.

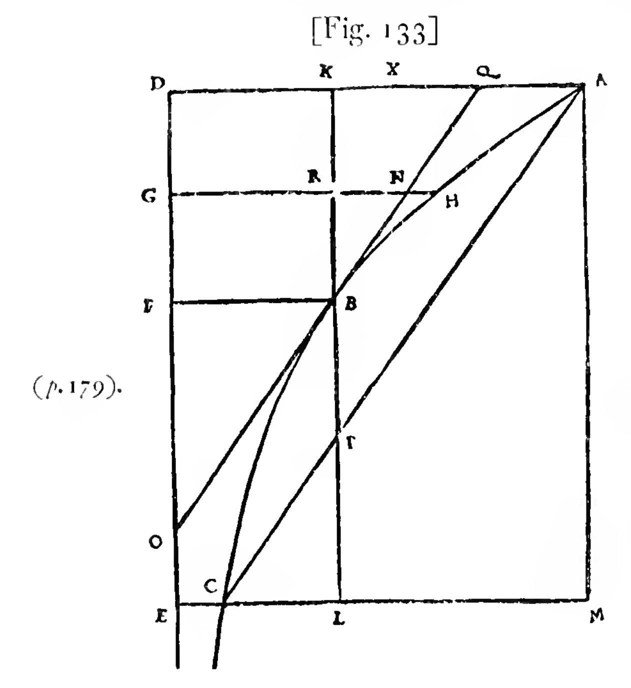
8. Que l'espace, compris entre deux ordonnées, est égal au rectangle de la soutangente & de la difference des mesmes ordonnées. Ainsi, dans la mesme figure, l'espace A D F B est égal au rectangle de la soutangente F O & de K A [68]).

9. Que le solide que fait l'espace infini depuis une ordonnée, en tournant autour de l'asymptote, est sesquialtere du Cone, dont la hauteur est egale à la soutangente, & le demidiametre de la base égal à la mesme ordonnée. Ainsi le solide que fait l'espace infini B F O C, en tournant autour de F O, est sesquialtere du cone que fait le triangle B F O, en tournant autour de la mesme F O [69]).

10. Que le solide produit par le mesme espace infini, en tournant autour de l'ordonnée B F, depuis laquelle il commence, est sextuple du cone que fait le triangle B F O, par sa conversion sur B F [70]). De laquelle mesure des solides il s'ensuit;

11. Que le centre de gravité de l'espace infini, depuis une ordonnée, est distant de cette ordonnée, de la longueur de la soutangente [71]).

[Fig. 133]



12. Que ce mesme centre de gravité est de l'asymptote, du quart de l'ordonnée [71]).

13. J'avois aussi trouvé que le centre de gravité du premier des dits solides infinis, est distant de sa base, de la moitié de la soutangente [72]).

14. Et que le centre de gravité de l'autre solide est distant de sa base infinie, d'une huitieme de son axe [73]).

15. On sçait assez que cette ligne Logistique sert à la Qua|drature de l'Hyperbole, depuis les demonstrations du P. Greg. de St. Vincent, touchant les espaces Hyperboliques compris entre deux ordonnées sur une des asymptotes [74]). Et que s'il y a deux tels espaces, dont les ordonnées de l'un soient comme A D à H G dans la derniere figure, & les ordonnées de l'autre comme B F à C E; ces

(p. 179).

[68]) T. XIV, p. 466, cinquième alinéa.

[69]) T. XIV, p. 467, deuxième alinéa.

[70]) Huygens a démontré en 1661 (T. XIV, p. 467—470) que le centre de gravité de l'„espace infini" BFOC se trouve à une distance $\frac{1}{4}$ BF de OF et à une distance l de BF, l étant le latus rectum. Suivant le théorème de Guldin le rapport du solide obtenu par la rotation de l'espace considéré autour de BF à celui obtenu par la rotation du même espace autour de OF est donc

efpaces feront entre eux comme les lignes D G à F E. Mais on n'a point remarqué, que je fçache, que ces mefmes efpaces Hyperboliques font au Parallelogramme de l'Hyperbole (j'appelle ainfi le parallelogramme dont les coftez font les deux ordonnées fur les afymptotes, tirées d'un mefme point de la Section) comme chacune des lignes D G, F E, à la foutangente F O. De forte que, fi le Parallelogramme de l'Hyperbole eft fuppofé de 0,4342944819 parties, chaque efpace Hyperbolique, compris entre deux ordonnées à une des afymptotes, fera à ce parallelogramme, comme le Logarithme de la proportion des mefmes ordonnées, c'eft à dire comme la difference des Logarithmes, des nombres qui expriment la proportion des ordonnées, au nombre 0,4342944819; en prenant des Logarithmes de 10 characteres outre la charácteristique [75]).

$\frac{4l}{\mathrm{BF}}$. D'autre part le rapport des volumes des cônes obtenus par la rotation du triangle BFO autour des axes BF et OF respectivement est $\frac{l}{\mathrm{BF}}$. Le théorème 10 résulte donc du théorème 9: au lieu de „sesquialtere du cone" on trouve maintenant „sextuple du cone".

[71]) On voit aux pages citées du T. XIV (note précédente) que le théorème 9 y est en effet antérieur au théorème 12, tandis que le théorème 10 y est en réalité postérieur au théorème 11.

[72]) En 1661 Huygens avait énoncé ce théorème sans y ajouter la démonstration (T. XIV, p. 471, avant-dernier alinéa). Sa démonstration de 1689 se trouve aux p. 472—473 du même Tome.

[73]) Dernier alinéa de la p. 471 du T. XIV. Nous y avons donné la démonstration dans une note.

[74]) Voyez ce que nous avons dit sur Gregoire de St. Vincent aux p. 432—434 du T. XIV, ainsi qu'au T. XX.

[75]) En désignant par H le „parallélogramme de l'hyperbole" (il s'agit d'une hyperbole équilatère) on a pour l'espace hyperbolique S compris entre les ordonnées y_1 et y_2: $S = \int_{x_1}^{x_2} y\,dx = H\ \mathrm{l.}\frac{x_2}{x_1} = H\ \mathrm{l.}\frac{y_1}{y_2}$, où l. désigne le logarithme népérien. Il en résulte que $\frac{S}{H} = \frac{\log y_1 - \log y_2}{\log e}$, où log. désigne le logarithme à base 10. Donc, pour deux espaces différents $\frac{S}{S'} = \frac{\log y_1 - \log y_2}{\log y'_1 - \log y'_2}$. Dans la figure $\log y_1 - \log y_2$ et $\log y'_1 - \log y'_2$ sont des parties de l'axe des abscisses de la courbe logarithmique. Cette dernière équation correspond à la thèse du début du n° 15. Quant à l'équation $\frac{S}{H} = \frac{\log y_1 - \log y_2}{\log e}$ elle correspond au premier énoncé de Huygens, la soustangente ou latus rectum de la courbe logarithmique étant désignée par log e: voyez la p. 464 du T. XIV.

Lorsque H est de 0,4342944819 parties, où 0,4342944819 = log e, on a simplement $S = \log y_1 - \log y_2$, ou d'après le deuxième énoncé de Huygens, $\frac{S}{H} = \frac{\log y_1 - \log y_2}{0{,}4342944819}$.

Comparez sur ce sujet les p. 434—435 et 474—477 du T. XIV. Ce calcul de Huygens est de 1661.

(p.180). Et d'icy il eſt aiſé de verifier la Quadrature de l'Hyperbole que j'ay donnée dans le Traité de l'Evolution des Lignes Courbes, qui eſt dans mon *Horologium Oſcillatorium*[76]).

[76]) P. 218—221 du T. XVIII, où 0.3622156887 = — log log e, comme nous l'avons déjà dit au T. XIV.

APPENDICE I

AU DISCOURS DE LA CAUSE DE LA PESANTEUR.

À la p. 173 du Diſcours (voyez la note 54 de la p. 482 qui précède) Huygens diſait pouvoir démontrer l'identité de ſa courbe avec celle de Newton dans le cas du jet dans un milieu qui réſiſte proportionnellement à la viteſſe. Il nous eſt évidemment impoſſible de reconſtruire ſa démonſtration. C'eſt pourquoi nous croyons pouvoir nous borner, ſans conſidérer la conſtruction de Newton, à ſaire voir que la courbe de Huygens s'accorde avec celle qu'on trouve par l'intégration des équations différentielles du mouvement.

Voyez auſſi ſur ces conſtructions la note 35 de la p. 499 qui ſuit.

[Fig. 137]

Soit v_0 [Fig. 137] la viteſſe initiale avec laquelle le corps (ou plutôt le point peſant) part de O, ſes compoſantes horizontale et verticale étant v_{ox} et v_{oy}. Nous avons pris l'axe des x vers la gauche pour nous conformer tant à la Fig. 134 de la p. 481 qui précède qu'aux Fig. 64 et 65, datant de 1668, des p. 117 et 119 du T. XIX, lesquelles ſont reproduites un peu plus loin. Les équations différentielles (comparez la p. 83 et ſuiv. du T. XIX) ſont

$$\left\{\begin{array}{l}\dfrac{dv}{dt} = -\,kv \text{ pour le mouvement horizontal,}\\[2ex] \dfrac{dv}{dt} = -\,g - kv \text{ pour le mouvement vertical.}\end{array}\right.$$

Il en réſulte pour les diſtances parcourues en un temps t

$$x = \frac{v_{ox}}{k}\left(1 - e^{-kt}\right)$$

$$y = -\frac{g}{k}t + \frac{kv_{oy} + g}{k^2}\left(1 - e^{-kt}\right).$$

L'élimination de t donne pour l'équation de la courbe du jet

$$y = \frac{kv_{oy} + g}{kv_{ox}}x + \frac{g}{k^2}\,\mathrm{l.}\left(1 - \frac{kx}{v_{ox}}\right) \ldots . (1)$$

(l. = logarithme népérien)

La différentielle de y s'annule pour

$$x = \frac{v_{ox}\,v_{oy}}{g + kv_{oy}} \ldots . (2)$$

abſciſſe qui correſpond au ſommet de la courbe.

L'afymptote verticale fe trouve à une diftance $x_0 = \frac{v_{ox}}{k}$ de l'origine O.

On peut modifier ces expreffions en y introduifant la „viteffe finale" (d'une chute verticale) $V = \frac{g}{k}$.

L'équation (1) fait voir que l'ordonnée y eft la différence $y_1 - y_2$ des ordonnées

$$\begin{cases} y_1 = \frac{kv_{oy} + g}{kv_{ox}} x \ldots . (3) \\ y_2 = -\frac{g}{k^2} \text{l.} \left(1 - \frac{kx}{v_{ox}}\right) \ldots . (4) \end{cases}$$

[Fig. 138]

De ces équations la première repréfente [Fig. 138, partie fupérieure] une droite paffant par O, la deuxième une logarithmique poffédant la même afymptote que la courbe du jet.

Pour obtenir la courbe du jet il faut donc faire defcendre fur l'axe des x toutes les petites droites verticales aa: la courbe cherchée paffera alors par leurs fommets.

Dans les figures de Huygens il en eft à peu près de même; feulement la droite et la logarithmique y ont une autre pofition; c'eft celle qu'on obtient, comme nous l'indiquons dans la figure, en prenant l'image ou inverfe de la droite et de la logarithmique par rapport à OX, ce qui évidemment ne modifie pas les longueurs des droites aa qu'on peut faire defcendre, comme le fait Huygens, fur une horizontale plus baffe.

Comme l'équation (2) peut s'écrire $x = \frac{v_{ox}\, v_{oy}}{k(V + v_{oy})}$

d'où réfulte $x_0 - x = \frac{v_{ox} V}{k(V + v_{oy})}$,

on a $v_{oy} : V = x : x_0 - x$,

ce qui correfpond à une équation de Huygens fuivant laquelle le rapport $v_{ox} : V$ eft égal à AK : KD [Fig. 134]; ou bien, dans les Fig. 63 et 64 de la p. 117 du T XIX, $\vartheta\varkappa : \zeta =$ CA : BA.

Mais la droite et la logarithmique des figures de Huygens ne font cependant pas identiques avec celles confidérées ici; puifqu'il conftruit d'abord une autre courbe [Fig. 64] qui ne fe change en courbe du jet que lorfque toutes les ordonnées font multipliées par un facteur conftant.

Défignant le „latus rectum" de la logarithmique de Huygens par λ, comme il le

fait à la p. 117 du T. XIX, et prenant les axes comme dans la préfente figure 139, l'équation de cette courbe eft

$$x = x_0 \left(1 - e^{-\frac{y}{\lambda}}\right) \text{ ou } y = \lambda \, \mathrm{l.} \frac{x_0}{x_0 - x} \ldots . (5)$$

[Fig. 139]



AN [Fig. 64] étant la tangente à cette courbe en A, on a, en annulant y dans $\frac{dy}{dx} = \frac{\lambda}{x_0} e^{\frac{y}{\lambda}}$, $\frac{NB}{AB} = \frac{\lambda}{x_0}$. Or, $AB = x_0$; donc $NB = \lambda$.

$AC = \frac{x_0 v_{0v}}{V + v_{0v}}$; les coördonnées du point D font donc

$$\begin{cases} x_D = \frac{x_0 v_{0v}}{V + v_{0v}} \\ y_D = -\lambda \, \mathrm{l} \frac{V}{V + v_{0v}} \end{cases}$$

et la direction de la tangente E D O en D à la logarithmique eft déterminée par l'équation

$$\left(\frac{dy}{dx}\right)_D = \frac{\lambda}{x_0} \cdot \frac{V + v_{0v}}{V}$$

Fig. 64
de la p. 117 du T. XIX

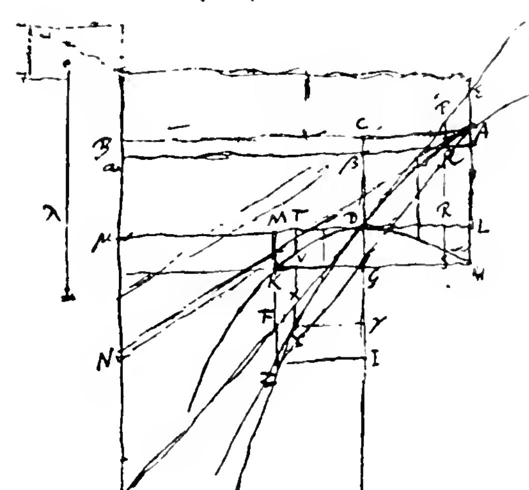


Fig. 65
de la p. 119 du T. XIX

Comme la direction de la droite (3) était déterminée par

$$\frac{dy}{dx} = \frac{kv_{oy} + g}{kv_{ox}} \text{ ou } \frac{V + v_{oy}}{v_{ox}}$$

on voit que le facteur conſtant dont il était queſtion plus haut devra ſe montrer égal à $\frac{x_o}{\lambda} \cdot \frac{V}{v_{ox}}$.

L'équation de la droite A G Z [Fig. 64 et 65] parallèle à E D O ſera

$y = \frac{V + v_{ox}}{V} \cdot \frac{\lambda}{x_o} x \ldots (6)$.

D'après les équations (5) et (6) la courbe conſidérée par Huygens (l',,analogiſtica luxata'') qui devra ſe changer en courbe du jet ſera

$$y = \frac{\lambda (V + v_{oy})}{x_o V} x + \lambda \, \mathrm{l.} \frac{x_o - x}{x_o} \ldots (7)$$

tandis que l'équation (1) était

$$y = \frac{V + v_{oy}}{v_{ox}} x + \lambda' \, \mathrm{l.} \frac{v_{ox} - kx}{v_{ox}} \ldots (1')$$

en appelant λ' le ,,latus rectum'' $\frac{g}{k^2}$ de la logarithmique qui y figure.

Les expreſſions $\frac{x_o - x}{x_o}$ et $\frac{v_{ox} - kx}{v_{ox}}$ ſont identiques puiſque $v_{ox} = kx_o$.

Multipliant enſuite l'un et l'autre terme du ſecond membre de l'équation (7) par $\frac{x_o}{\lambda} \cdot \frac{V}{v_{ox}}$ ou $\frac{g}{k^2 \lambda}$ on obtient, comme il le fallait, le ſecond membre de l'équation (1').

Reſte à faire voir que ce facteur eſt bien celui dont parle Huygens. Dans la Fig. 65 il l'indique par $\frac{GM}{GN}$. Comme dans cette figure HM eſt la direction de la viteſſe initiale, autrement dit que c'eſt la tangente à la courbe du jet, on a $\frac{GM}{GH} = \frac{v_{oy}}{v_{ox}}$. D'autre part GN = AH — AL = GH (tg α — tg α') en déſignant par α et α' les angles que font reſpectivement avec l'axe des x les droites AZ et AN. C. à. d.

$$GN = GH \left(\frac{V + v_{ox}}{V} \cdot \frac{\lambda}{x_o} - \frac{\lambda}{x_o} \right)$$

$$\text{ou} \quad \frac{GN}{GH} = \frac{\lambda \, v_{oy}}{x_o V} \ldots (8)$$

Par conſéquent $$\frac{GM}{GN} = \frac{GM}{GH} : \frac{GN}{GH} = \frac{x_o}{\lambda} \cdot \frac{V}{v_{ox}}. \text{ C. Q. F. D.}$$

Dans la Fig. 134 de la p. 481 le facteur eſt déſigné par $\frac{TL}{BP}$, ce qui, vu l'équation SP : PB = RL : LT, correſpond à $\frac{RL}{SP}$. Or, en comparant les figures, on voit que RL eſt la même choſe que MG de la Fig. 65 et SP la même choſe que NG.

Nous avons donc conſtaté l'identité qu'il s'agiſſait d'établir [1]).

---

[1]) Comme nous l'avons dit dans la note 6 de la p. 119 du T. XIX, la droite HN est tangente à l'„analogistica luxata". C'est ce qui résulte aussi des équations du présent Appendice. En effet, la tangente en H à cette courbe a une direction déterminée par $\frac{dy}{dx}$, où y est la différence des ordonnées de la logistique et de la droite AZ auprès du point A. C. à. d. ce $\frac{dy}{dx} = \frac{V + v_{oy}}{V} \frac{\lambda}{x_o} - \frac{\lambda}{x_o} = \frac{v_{oy}}{V} \frac{\lambda}{x_o}$ — comparez l'équation (8) du texte — ce qui, multiplié par le facteur trouvé $\frac{x_o}{\lambda} \cdot \frac{V}{v_{ox}}$, donne $\frac{v_{oy}}{v_{ox}}$, rapport qui détermine la direction de la tangente HM à la courbe du jet. C. Q. F. D.

Mais nous nous sommes trompé en disant dans la note nommée que l'angle NHG [Fig. 65] est égal à l'angle NAG: la construction, comme le calcul, montre que cette égalité n'existe pas.

APPENDICE II

AU DISCOURS DE LA CAUSE DE LA PESANTEUR.

Newton, c'eſt une choſe bien connue, n'aimait pas d'écrire des lettres; c'eſt dans une lettre de 1694 de Fatio de Duillier [1]) que nous trouvons un réſumé de ce qu'il penſait du Diſcours; cette epître n'était pas deſtinée à Huygens et lui eſt apparemment reſté inconnue, mais comme Fatio le viſita [2]) en 1691 nous pouvons être aſſurés — et les lettres que le jeune ſuiſſe lui écrivit en font auſſi foi [3]) — qu'il ſavait fort bien que Newton perſiſtait „à croire que toutes les parties des corps terreſtres s'attirent les unes les autres" [1]), et auſſi que le ſavant anglais était „encore indeterminé entre ces deux ſentimens 1. que la cauſe de la peſanteur ſoit inherente [4]) dans la matière par une loi immédiate du Createur de l'Univers 2. que la peſanteur ſoit produite par [une] cauſe mechanique [autre en tout cas que les tourbillons de Deſcartes]". Il ſavait que Newton, partiſan de l'attraction, demeurait „perſuadé que la peſanteur vers la terre eſt moindre ſous l'équateur, non ſeulement à cauſe du mouvement journalier de la terre, mais encore à cauſe de la diſtance de l'équateur au centre, qui eſt plus grande que celle du pole au centre" [1]). On a vu plus haut que Huygens, tout en ne reconnaiſſant pas l'exiſtence de la „deuxième inégalité [inégalité newtonienne] des pendules", ou plutôt d'une deuxième inégalité, définie par lui-même, du même ordre de grandeur que la vraie inégalité newtonienne, s'exprimait ſur ce ſujet avec une certaine réſerve [5]).

En 1693 Huygens écrit à Leibniz [6]) qu' „il eſt aſſez difficile d'expliquer pourquoi [l'axe de la terre] ſe detourne . . tant qu'il fait, ſuivant ce qui paroit par la préceſſion des équinoxes". Que penſer de l'expreſſion „aſſez difficile"? Huygens ſavait évidemment fort bien que ce mouvement périodique de l'axe de la terre [7]) était expliqué par

---

[1]) T. X, p. 605, lettre du 9 avril 1694 à de Beyrie.

[2]) Pour la deuxième fois; voyez e.a. le T. XX.

[3]) Voyez p. e. la lettre du 15 février 1692 (T. X, p. 257).

[4]) Voyez cependant la déclaration de Newton citée à la p. 435 qui précède de 1726 dans la troisième édition des „Principia". Mais le fait que la pesanteur ne lui paraissait pas „inhérente" puisque son intensité est variable, ne décidait évidemment pas la question de savoir si la pesanteur est telle qu'elle est „par une loi immédiate du Créateur" ou bien „par une cause mécanique".

[5]) Note 49 de la p. 440 qui précède.

[6]) Lettre du 12 janvier 1693, T. X, p. 384.

[7]) Comparez sur ce mouvement les p. 63—65 qui précédent.

Newton [8]) par l'attraction exercée par la lune et le soleil sur une mince partie de la terre sphéroïdale, savoir l'espèce d'anneau ou enveloppe qui reste lorsqu'on enlève en esprit le noyau sphérique, concentrique avec la terre, qui la touche aux deux poles. Mais admettre cette explication, c'eût été presque reconnaître l'existence de l'attraction universelle. Nous comprenons fort bien que Huygens ait choisi une expression vague. Quant à nous, ne connaissant pas d'autre explication digne de ce nom que celle de Newton, nous nous voyons forcés, comme tout-le-monde, d'admettre sa supériorité [9]).

La correspondance de Huygens avec Leibniz, postérieure à l'édition du Traité de la Lumière et du Discours qui nous occupe, roule souvent, on vient de le voir, sur la gravitation. Il ne nous semble pas nécessaire de résumer entièrement ces lettres que le lecteur peut consulter dans nos T. IX et X. Dans le Discours Huygens n'avait pas fait mention de ce dont il est plusieurs fois question dans cette correspondance, savoir l'article de Leibniz du n° de février 1689 des Acta Eruditorum „Tentamen de motuum coelestium causis", dans lequel l'auteur s'efforce de concilier la théorie du vortex deferens avec les lois de Kepler. Malgré Huygens, et tout en reconnaissant la valeur de ses objections [11]), Leibniz resta partisan de ce grand tourbillon solaire unilatéral: le fait que toutes les planètes et tous leurs satellites (du moins ceux connus en ce temps) circulent dans le même sens lui semblait un indice de son existence.

Bientôt après l'apparition du Discours [12]) — c'est la première fois qu'il en est fait mention dans la Correspondance — Fatio de Duillier rappela à Huygens l'avoir „quelquefois entretenu" de la théorie de la pesanteur qu'il avait „dans l'esprit depuis trois ans". Fatio a donc sans doute causé avec lui sur ce sujet tant en 1689 à Londres que déjà en 1687 à la Haye. C'est seulement après le départ de Huygens de Londres que Fatio dit avoir „entièrement débrouillé" sa théorie. Huygens n'avait donc certes aucune raison pour en faire mention dans son livre. Plus tard aussi il n'a jamais manifesté aucune sympathie pour cette théorie qui consiste — comme celle de Lesage qui s'est inspiré des idées de Fatio [13]) — à admettre qu'il existe partout des particules matérielles qui „aient leurs mouvemens en ligne droite fort libres et qu'ainsi le monde ne contienne que tres peu de matiere", particules qui „perdent quelque chose de leur

---

8) Principia, Lib. III, Prop. XXXIX. Prob. XIX „Invenire Præcessionem Aequinoctiorum".
9) Ce qui veut évidemment dire qu'à notre avis comme à celui de tout-le-monde la loi de Newton est ou bien entièrement exacte ou *qu'il s'en faut de bien peu:* voyez sur ce dernier sujet la p. 660 du T. XVIII.
10) Qui, soit dit en passant, ne connaissait alors les „Principia" de Newton que par l'extrait qui en avait été publié dans les Acta Eruditorum de juin 1688.
11) Voyez la p. 368 (texte et note 10) du T. IX.
12) T. IX, p. 384, lettre du 6 mars 1690.
13) Consultez la note de la p. 391 du T. IX.

mouvement quand elles tombent directement ſur un corps groſſier et à proportion dans les autres cas". Attendu que tout corps, quelque petit qu'il ſoit, fait écran à tout autre corps, il en réſulte ſuivant cette théorie une attraction univerſelle apparente. Diſant en 1694 — paſſage cité plus haut — que Newton était encore indécis entre deux conceptions de la gravité, dont l'une était qu'elle ſerait produite par une cauſe mécanique, Fatio entendait dire, ou plutôt il diſait expreſſis verbis, que cette explication mécanique était la ſienne. Nous ne trouvons cependant pas que Newton lui-même ait jamais dit approuver cette théorie. Ce qui eſt certain c'eſt que Fatio, dans la lettre en queſtion, mentionne également Huygens comme „à preſent perſuadé" qu'une objection qu'il avait faite contre cette théorie [14]) „s'evanouit entierement quand on l'examine avec exactitude" ſans qu'en réalité Huygens ait laiſſé tomber ſon objection [15]). Il n'y a donc aucune raiſon pour nous étendre davantage ſur cette théorie, dont il eſt queſtion en bien des endroits de nos T. IX et X. Nous nous bornons à la remarque hiſtorique que le manuſcrit ſur ce ſujet montré par Fatio à Huygens au commencement de 1691 [16]) et qui dans la correſpondance, tant par Fatio que par Huygens, eſt conſidéré comme perdu [17]), exiſte encore aujourd'hui à Genève. Une reproduction de la dernière page avec la ſouſcription de Huygens „veu a la Haye ce 29 Jan. 1691" [18]) ſe trouve chez E. Fueter [19]). Mais la voix de Fatio [20]) ſemble bien être reſtée — comme celle de Leſage plus tard — une „vox clamantis in deſerto [21])". Les tourbillons de matière fine, ſous une forme ou ſous une autre, ont eu encore au dix-huitième ſiècle bien plus de ſuccès que ſes particules à lui [22]).

---

[14]) Savoir l'accumulation incessante de la matière céleste auprès de la terre (et ailleurs) qui en résulterait.

[15]) Voyez la note 13 de la p. 608 du T. X.

[16]) T. X, p. 257, lettre de Fatio à Huygens du 15 février 1692.

[17]) T. X, p. 257—271, 609.

[18]) Il n'est donc pas exact que le séjour de Fatio en Hollande commença en *mars* 1691 (note 3 de la p. 257 du T. X), ou en *février* 1691, comme nous l'avons dit à la p. 396 du T. XX: il était déjà à la Haye à la fin de *janvier*. — Le manuscrit a également été „seen" par Newton et Halley.

Nous ajoutons que le manuscrit en question (qui est rentré en possession de Fatio, puisqu'on y trouve des notes de sa main datant de plus tard) n'est, semble-t-il, pas absolument identique avec celui publié par K. Bopp dans ses „Drei Untersuchungen zur Geschichte der Mathematik" de 1929 (W. de Gruyter, Berlin).

[19]) Ouvrage de 1941 mentionné à la p. 312 qui précède.

[20]) Voyez encore sur un traité en vers de Fatio de 1729—1730 la note 9 de la p. 410 du T. IX.

[21]) Voyez cependant le „Vorwort des Uebersetzers" de 1893 de R. Mewes dans son édition du Discours de Huygens (p. 441 qui précède) et les §§ 30—33 („Aetherstösse") de l'article „Gravitation" de 1904 de J. Zenneck du T. V de l'„Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen", Leipzig, Teubner. 1903—1921.

[22]) A la p. 645 du T XIX nous avons déjà renvoyé le lecteur au sujet de l'histoire des tourbillons à „L'introduction des théories de Newton en France au XVIIIe siècle" de 1931 de P. Brunet.

Dans le Difcours Huygens femble attribuer la forme fphérique de la terre et des autres corps céleftes aux mouvements tourbillonnaires du dehors. En effet, après avoir parlé (p. 160) de „la caufe qui pouffe les corps . . . à defcendre vers la Terre", il ajoute: „Il y avoit long temps que je m'eftois imaginé, que la figure fpherique du foleil pouvoit eftre produite de mefme que celle qui, felon moy, produit la fphericité de la terre; mais je n'avois point etendu l'action de la pefanteur à de fi grandes distances . . . etc." [23]). Si c'eft bien là fon opinion, il faut remarquer qu'il s'eft dédit plus tard; lorfque Leibniz lui écrit en avril 1692 [24]): „il y a bien de l'apparence que la pefanteur vient de la même caufe qui a rendu la terre ronde, et qui arrondit les gouttes, c'eft a dire du mouvement circulaire de l'ambient en tout fens", il répond trouver „plus vraifemblable que la rondeur des goutes viene du mouvement rapide de quelque matiere qui circule au dedans [25])". Il avait déjà écrit à Papin [26]), ce qu'il répète dans une lettre ultérieure à Leibniz, que c'eft une erreur de croire qu'une pression uniforme exercée du dehors peut arrondir un objet. Lorfque Leibniz lui demande pour quelle raifon il croit à la circulation rapide à l'intérieur, il ne répond autre chose finon qu'il n'y a pas lieu de recourir, pour expliquer les arrondiffements, à une circulation extérieure [27]). Apparemment fuivant Huygens, en rejetant cette dernière, il faut néceffairement accepter la première, puifque tout mouvement doit provenir d'un autre mouvement, ce qui lui paraît trop certain pour qu'il foit néceffaire de le dire expreffément en toute occafion.

Sans doute dans le Difcours Huygens confidérait auffi le mouvement tourbillonnaire *à l'intérieur* de la terre. Il y difait (p. 159) regarder comme fort vraifemblable que ce mouvement eft tel que la pefanteur qui en réfulte eft partout la même [28]). Mais il ne faifait pas reffortir le pouvoir arrondiffant *fpécial* d'une pareille circulation interne. Il eft vrai qu'il avait écrit déjà en 1659: „materia fubtilis in guttis circumagitur quæ facit ut rotundæ funt", tandis que Defcartes dans fes „Meteores"

---

[23]) Comparez ce qu'on lit à la p. 35v du portefeuille L: Comme la rondeur de la Terre a eftè caufée dans noftre hypothefe par le mouvement circulaire et tres rapide en tous fens d'une matiere tres fubtile et fluide qui chaffe les corps qui ont moins de mouvement vers le centre, il femble que de mefme le globe du foleil a pu eftre produit dans le grand espace qui comprend toutes les planetes, et peuteftre encore une grande eftendue au de la.

[24]) T. X, p. 284.

[25]) T. X, p. 297.

[26]) T. IX, p. 485, lettre du 2 septembre 1690.

[27]) T. X, p. 317, 321, 384—385.

[28]) A Papin qui fait une objection il répond qu'il (H.) aurait mieux fait d'écrire simplement *vraisemblable* (lettre du 2 septembre 1690, T. IX, p. 484).

avait parlé à ce propos du tournoiement de la matière ſubtile tant en dedans qu'en dehors des gouttes: voyez la p. 474 de notre T. XVII.

Non ſeulement faut-il ſuivant Huygens que tout mouvement provienne d'un autre mouvement, mais encore que ce qui ſe meut, c. à. d. l'atome, ſoit dépourvu de qualités inhérentes. Il faut pourtant que l'atome ſoit non ſeulement de forme déterminée, mais encore incaſſable et infiniment dur et qu'il faſſe reſſort. Ne ſont-ce pas là des qualités? Tant Papin que Leibniz le prétendent; le premier dit [29]) qu'il lui „fait de la peine" que Huygens croit „que la dureté parfaitte eſt de l'eſſence du corps: il me ſemble que c'eſt là ſuppoſer une qualité inhærente qui nous eloigne des Principes Mathematiques ou Mechaniques"; le ſecond [30]) a de „la peine à comprendre la raiſon d'une telle infrangibilité" et penſe „que pour cet effect il faudroit avoir recours à une eſpece de miracle perpetuel". Mais Huygens ne peut faire ici aucune conceſſion [31]): tout ſon ſyſtème eſt en jeu.

Sur la partie purement mathématique du Diſcours, nous obſervons qu'il eſt ſouvent queſtion, dans la correſpondance ultérieure avec Leibniz, du mouvement d'un objet, ou plutôt d'un point matériel, éprouvant une réſiſtance proportionnelle ſoit à ſa viteſſe ſoit au carré de ſa viteſſe. Leibniz reconnut, à la ſuite de l'obſervation de Huygens de la p. 175 du Diſcours, qu'il s'était trompé dans ſon article de janvier 1689 [32]) en admettant que dans ce deuxième cas on peut, comme dans le premier, conſidérer ſéparément le mouvement vertical et le mouvement horizontal, et trouver enſuite le véritable mouvement par la compoſition de ces deux [33]). La queſtion ſuivante avait été diſcutée par Huygens à Londres lorſqu'il viſita Newton: eſt ce que la courbe du jet, dans le cas de la réſiſtance proportionnelle au carré de la viteſſe, poſſède une aſymptote? Newton l'affirmait, mais Huygens paraît être reſté en doute [34]). L'équa-

---

[29]) Lettre du 18 juin 1690, T. IX, p. 429.

[30]) Lettre du 11 avril 1692, T. X, p. 286.

[31]) Réponse à la lettre de Leibniz (T. X, p. 300): „L'hypothese de la dureté infinie me paroit .. tres necessaire [nous avons cité ce passage aussi à la p. 325 du T. XIX], et je ne conçois pas pourquoy vous la trouvez si estrange, et comme qui infereroit un continuel miracle". Au sujet de Papin Huygens écrivait (T. X, p. 298): „Il est de ceux qui veulent avec Mr. des Cartes que l'Essence du corps consiste dans la seule etendue". Voyez sur ce dernier sujet la p. 325 du T. XIX, ainsi que la p. 473 qui précède.

[32]) „Schediasma de resistentia Medii etc." mentionné pour la première fois à la p. 367 du T. IX.

[33]) Lettre de Leibniz à Huygens du 2 mars 1691 (T. X, p. 50). Voyez sur ce sujet les p. 425—426 qui précèdent.

[34]) Voyez la note 5 de la p. 326, ainsi que les p. 330 et 358. du T. IX.

tion de la courbe ne fut déterminée qu'en 1719 par Jean Bernoulli [35]. Elle possède en effet une asymptote [36].

Ayant trouvé dans le livre de Huygens „plusieurs propriétés de la ligne logarithmique ou logistique", le Marquis de l'Hôpital ouvrit en juillet 1692 [37] l'importante correspondance sur des sujets mathématiques dont nous avons parlé à la p. 487 du T. XX.

---

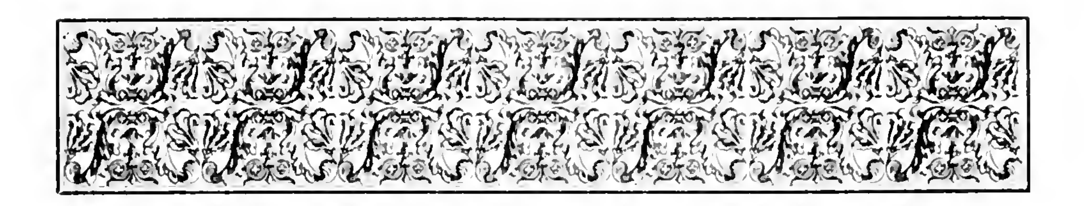
[35]) L'article de Bernoulli, qui ne donne pas la demonstration de ses formules, parut dans la livraison de mai 1719 des „Acta Eruditorum". C'est le N° CXIII du T. II de 1742 de ses „Opera omnia" (Lausanne et Genève, M. M. Bousquet). Il est intitulé „Johannis Bernoulli responsio ad nonneminis [il s'agit de John Keill, compatriote de Newton] provocationem, ejusque solutio quæstionis ipsi ab eodem propositæ de invenienda linea curva quam describit projectile in medio resistente". L'auteur y considere le cas d'une résistance proportionnelle a une puissance quelconque de la vitesse et en donne la solution „suppositis quadraturis". Son article ne contient pas de figure pour le cas de la deuxiéme puissance ou de puissances plus élevees et il ne s'intéresse pas à la question de l'asymptote.

Mais il donne une construction simple pour le cas d'une résistance proportionnelle a la première puissance de la vitesse, donc a la vitesse elle-méme, et dit à bon droit: „Hæc constructio facilior est, & simplicior, quam Hugeniana, exposita sine demonstratione in Libro *de causa gravitatis*, pag. 171, & multo adhuc simplicior quam *Newtoniana*, vide *Princip. Phil. Nat. Lib.* 2. *Prob.* 4. quæ cum sit valde perplexa & operosa, ex illa haud facile patet curvam quæsitam esse posse logarithmicam aut ex ea posse construi".

[36]) A. M. Legendre „Exercices de calcul intégral sur diverses ordres de transcendantes et sur les quadratures" (Paris, Vve Courcier), p. 330—339 du T. I de 1811: „Application de la méthode précédente au calcul de la trajectoire d'un projectile".

[37]) T. X, p. 304.

LA RELATIVITÉ DU MOUVEMENT ET LA NON-EXISTENCE D'UN ESPACE ABSOLU.



Avertissement.

Il a déjà été question de ce sujet dans le § 1 de la Pièce qui précède „Observations sur quelques passages des Principia de Newton" à laquelle nous avons donné la date 1689. Une grande partie des Pièces sur la relativité du mouvement date cependant sans doute d'après l'apparition, en 1690, du Discours de la Cause de la Pesanteur, puisque — voyez les p. 197—198 du T. XVI — Huygens dit en 1694 n'avoir trouvé que depuis deux ou trois ans le sentiment qui lui paraît plus véritable que celui de Newton.

Chronologiquement, la plupart de ces Pièces devraient être publiées ici [1]). Elles ont toutefois déjà trouvé leur place dans le T. XVI. C'est donc à ce Tome-là que nous renvoyons le lecteur et nous ne voyons pas de raison pour répéter ici nos considérations de 1928 et des années suivantes: on peut les trouver aux p. 27, 189—200 et 246—259 du T. XVI ainsi que dans les notes que nous avons ajoutées dans le même Tome aux dites Pièces, ensuite dans le T. XVIII [2]), e.a. aux p. 657—661, et dans l'article de 1934 „De relativiteit der beweging volgens Chr. Huygens" [3]).

Il résulte de ces considérations que quoique Huygens n'admette en aucun cas le mouvement absolu par rapport à un espace immobile et dont chaque partie conser-

---

[1]) Ou même un peu plus loin dans le présent Tome.
[2]) Consultez la Table des Matières traitées à la p. 697 du T. XVIII.
[3]) Mentionné à la p. 693 du T. XVIII ainsi qu'à la p. 880 du présent Tome.

verait ſon individualité ou identité comme il en eſt ſuivant lui des atomes matériels diſcontinus, le mouvement de rotation a pourtant pour lui, comme pour Newton, un caractère que nous pouvons appeler abſolu, bien qu'il ne ſe ſerve pas de cette expreſſion: la viteſſe de rotation peut être déterminée par la grandeur meſurable de la force centrifuge. On a vu dans les Pièces „Conſidérations ſur la Forme de la Terre" et „Conſidérations ultérieures ſur la Forme de la Terre" qui, il eſt vrai, datent de 1686—1687, que ce qui produit la forme ſphéroïdale aplatie de notre planète, ainſi que celle de Jupiter, ce n'eſt pas pour Huygens le mouvement de rotation *par rapport aux étoiles fixes*, mais le mouvement de rotation *pur et ſimple* qui exiſterait également ſi la Terre était dans l'eſpace le ſeul corps. Voyez ce que Huygens dit auſſi plus tard — ce qui importe ici — ſur le cas où „il n'y a qu'un corps qui circule", auquel cas ſon „mouvement circulaire ſe connoit . . par la vertu centrifuge" [4]).

Comme nous l'avons obſervé à la p. 200 du T. XVI, nous n'avons pas cru devoir reproduire toutes les Pièces de Huygens ſur la relativité du mouvement: elles ſont trop pleines de répétitions. Pour que ces Pièces ne faſſent pas entièrement défaut dans le préſent Tome nous en avons tiré ici les deux paragraphes qui ſuivent. On y voit (notes 1 et 3 de la p. 507) que les Pièces du T. XVI reproduiſent parfois celles de Huygens en raccourci.

Nous attirons ſpécialement l'attention ſur le deuxième alinéa du § 2. On peut conſulter ſur le ſujet dont il y eſt queſtion, bien que Leibniz ne ſoit pas nommé, le deuxième alinéa de la note 8 de la p. 199 du T. XVI où nous citons le philoſophe allemand diſant que le „mouvement abſolu véritable", auquel il croit tout auſſi bien que Newton, peut exiſter ſans que le phyſicien puiſſe l'apercevoir, ce que Newton ne dit pas; apparemment Leibniz veut qu'il en ſoit ainſi pour que la „vis", ſans pouvoir être meſurée par le phyſicien, puiſſe néanmoins être „aliquid reale et abſolutum" [5]): voyez la citation de ſes paroles dans la note 45 de la p. 614 du T. X auxquelles Huygens en 1694 (T. XVI, p. 198) donne la forme „abſonum eſſe nullum dari motum realem, ſed tantum relativum". Nous avions ajouté à la note 8 nommée

[4]) P. 224 du T. XVI, Pièce IV.
[5]) Consultez e.a. sur ce sujet les p. 341 et 359 du T. XVI.

la remarque que la „vis" de Leibniz qui ne ſe manifeſte pas dans les phénomènes eſt tout autre choſe que la „vis" de Huygens ou de Newton. Dans la Partie „L'influence de Huyghens. Polémiques avec Huyghens" de ſa brochure de 1934 „Dynamique et métaphyſique leibniziennes" [6]) où il cite ſouvent notre T. XVI (de 1929), l'auteur, M. Gueroult [7]), écrit à ce propos: „Certains, pour commenter ce paſſage, ont eſtimé que cette *vis* qui ne ſe manifeſte pas dans les phénomènes eſt tout autre choſe que la force de Huyghens et de Newton et qu'il faut toujours diſtinguer chez Leibniz entre le point de vue du métaphyſicien et celui du phyſicien [nous nous exprimions ainſi]. Sans doute: mais il s'agit ici non point des phénomènes en général, mais ſeulement des *phénomènes reſpectifs*. Or la *vis abſoluta* en queſtion, *cauſa* et *κριτήριον* [?] du mouvement réel, n'eſt nullement la force au ſens métaphyſique du terme, mais . . . la *vis viva* ou *mortua*, dont il eſt traité en phyſique. Ainſi la force „abſolue" eſt force phénoménale, c'eſt à dire celle-là même dont s'occupent Huyghens et Newton, quoique autrement interprétée". C'eſt poſſible. Gueroult reconnaît cependant (p. 107) à propos des répliques de Leibniz le „mode fuyant et décevant où il excelle" [expreſſions de Gueroult]; ce qui rend ſouvent un peu haſardeuſe l'interprétation de ſes ſentiments.

Nous avons cité l'opinion de Leibniz auſſi dans le troiſième alinéa de la p. 660 du T. XVIII.

Gueroult croit pouvoir ajouter [8]): „Par [l'] extenſion indéfinie du principe de relativité, Huyghens eſt d'accord avec les phyſiciens les plus modernes". Il mérite toutefois d'être remarqué que Huygens — nous l'avons déjà dit plus haut — n'eſt apparemment pas d'avis, comme le ſont les partiſans — faut-il dire: les nombreux partiſans? — de la doctrine moderne de la relativité générale, que l'aplatiſſement de la Terre ſerait due à ſa rotation par rapport à l'enſemble des autres corps céleſtes ou, ſi l'on veut, par rapport au champ gravifique (ou éther) correſpondant à ces corps. Les tourbillons multilatéraux matériels aſſez amples qui ſuivant Huygens, depuis 1687 juſqu'à

[6]) Publications de la Faculté des Lettres de L'université de Strasbourg. Fasc. 68, Les belles lettres, 95 Boulevard Raspail, Paris VIe. P. 82—109.

[7]) En ce temps professeur de philosophie à l'Université de Strasbourg.

[8]) P. 107, note 1.

ſa mort, entourent les étoiles [9]) ne peuvent exercer aucune influence à de ſi grandes diſtances.

D'après le ſyſtème de Huygens la terre poſſède apparemment une quantité déterminée de force vive en vertu de ſa rotation, mais elle n'en poſſède aucune quantité déterminée en vertu d'une tranſlation [10]).

---

9) Voyez la p. 437 qui précède.

10) Consultez sur les deux parties de la force vive — expression dont Huygens ne se sert d'ailleurs pas; comparez la note 1 de la p. 8 du T. XIX — correspondant respectivement à la rotation d'un corps rigide autour de son centre de gravité, et à la translation de ce corps par rapport à un milieu considéré comme immobile, les p. 433—436 du T. XVIII (datant de 1693), citées aussi à la page nommée du T. XIX.

Voyez aussi sur ce sujet la note 6 de la p. 9 du T. XIX.

LA RELATIVITÉ DU MOUVEMENT ET LA NON-EXISTENCE D'UN ESPACE ABSOLU.

§ 1 [1]). Si unum tantum corpus in rerum natura concipias, ſive in infiniti ſpatij extenſu, an potes imaginari illud vere quieſcere? Sane dices, cum ſpatij immoti certam partem occupat. Sunt enim et partes illius infiniti ſpatij immotæ. Reſpondeo, ſunt ejus partes ſed non certæ, non definitæ. Sed unde idea immoti niſi a quiete relativa corporum? cui ideæ itaque adjunctum eſt ut inter ſe quieſcant. Tuum vero immotum ſpatium cujuſnam reſpectu quieſcit? Non igitur convenit ei idea quietis. Itaque falſa eſt notio ſpatij illius immoti quatenus immotum [2]). Sic plurimi è vulgo notionem habent ejus quod ſurſum ac deorſum dicitur; idque nec Terræ nec ullius alterius rei reſpectu. Et hinc olim antipodes dari non poſſe concludebant, quod capitibus eorum deorſum tendentibus, in terra hærere non poſſent ſed neceſſario deberent decidere. Hæc notio eſt illorum opinione evidentiſſima, et tamen falſa, quoniam illud ſurſum et deorſum relativa ſunt ad centrum Terræ.

Motus circulationis eſt motus relativus in rectis parallelis, mutata continuè directione, et manente diſtantia propter vinculum.

Motus circularis in uno corpore eſt motus reſpectivus partium, manente diſtantia propter vinculum.

§ 2 [3]). At ſpatio illi infinito et inani neque motus neque quietis idea aut appellatio convenit. Qui vero quieſcere ipſum ſtatuunt, non alia ratione id facere videntur, quam quod animadvertunt abſurdum eſſe ſi moveri dicatur, unde neceſſario quieſcere dicendum putarunt. Cum potius cogitare debuerint nec motum nec quietem ad ſpatium illud omnino pertinere. Abſonum igitur eſt ſi corpus vere quieſcere vel moveri dicatur reſpectu ſpatij mundani, cum neque ſpatium hoc quieſcere dici poſſit, neque ſit in eo loci mutatio. Nulla enim eſt definitio aut deſignatio loci niſi per alia corpora. Itaque nullus eſt corporum motus aut quies, niſi reſpectu mutuo.

[1]) Portefeuille L, f. 10. Voyez les deux derniers alinéas de ce § aux p. 226 et 227 (Pièce V) du T. XVI.

[2]) Déjà Giordano Bruno appelle l'univers „uno, infinito, immobile" (T. XVI, p. 199, note 6). Voyez aussi sur lui la note 16 de la p. 351 qui précède.

[3]) Portefeuille L, f. 20. Le début de ce § correspond, comme on voit, aux deux dernières lignes de la Pièce VII, p. 231 du T. XVI.

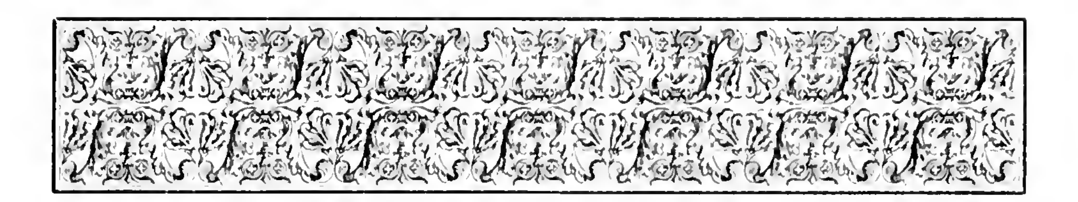
Volunt tamen veram illam quietem verumque motum etiam in recto ac ſimplici motu pergentibus differre ab ea quiete ac motu qui eſt ipſorum corporum inter ſe, neque enim, quia æſtimari non poſſet verus motus ac quies, ideo in rerum natura non exiſtere.

Dicent, ſi vera eſt mea opinio, conſequi ut ſi in mundo unicum aliquod corpus tantum ponatur, illud moveri non poſſit. Ita eſt inquam, ſed neque quieſcere.

Il ne s'agit ici, comme dans l'alinéa précédent, que d'un mouvement de tranſlation uniforme (motus rectus ac ſimplex); Huygens ajoute: de circulariter motis aliter ſentiunt de quibus poſtea videbimus. Voyez ſur ce ſujet la fin du § 1. Sur la queſtion du mouvement accéléré on peut conſulter les p. 518 et 659 du T. XVIII.

Il eſt bien connu que juſqu'ici les efforts faits pour meſurer le „motus rectus" de la terre par rapport à l'eſpace — ou, ſi l'on veut, par rapport à l'éther; voyez ſur l'éther de 1900, identique, peut-on dire, avec l'eſpace abſolu, notre Avertiſſement à la Deſcriptio Automati Planetarii — n'ont pas été couronnés de ſuccès; c'eſt ce manque de ſuccès (qui n'aurait pas ſurpris Leibniz, non plus que Huygens) qui a fait naître au commencement du vingtième ſiècle la théorie ſpéciale, ou reſtreinte, de la relativité, laquelle a été bientôt ſuivie par la théorie générale déjà mentionnée plus haut.

DE RATIONI IMPERVIIS.
DE GLORIA. DE MORTE.



Avertiſſement.

Les trois Pièces qui ſuivent nous paraiſſent trop courtes pour qu'il ſoit néceſſaire de les réſumer ou de faire des remarques ſur leur contenu.

Nous nous contentons de ſignaler la prédilection de Huygens pour Cicéron. Dans ſon oeuvre fragmentaire de 1899 „De wijsbegeerte in de Nederlanden" J. P. N. Land [1]) parle auſſi [2]), ſans l'approuver, de cette prédilection de certains ſavants néerlandais du dix-ſeptième ſiècle — parmi leſquels il ne nomme pas Huygens — pour la philoſophie de Cicéron après qu'on s'était détourné, ce qui d'ailleurs n'était pas un phénomène général, de celle, plus originale, d'Ariſtote. Bien entendu: Land parle ſurtout de la *logique* [3]). Conſultez encore ſur Cicéron (Land ne dit rien en cet endroit ſur Cicéron en tant qu'inſpiré par le philoſophe grec) la note 46 de la p. 666 qui ſuit.

Le manuſcrit K contient une collection de citations d'auteurs anciens datant ſans doute, vu la régularité de l'écriture, de la jeuneſſe de Huygens. Elles ne peuvent donc trouver leur place ici; n'ayant pas été publiées juſqu'ici dans les Oeuvres, elles devront

---

[1]) Professeur de philosophie à l'Université de Leiden. On trouvera ſon nom aussi dans notre T. XX. Il laissa en mourant trois chapitres d'un traité écrit en anglais ſous le titre „Philosophy in the Low Countries" qui furent traduits en néerlandais par C. van Vollenhoven et auxquels C. Bellaar Spruyt joignit une biographie. Le tout publié en 1899 à la Haye chez M. Nijhoff.

[2]) P. 115.

[3]) Voyez encore sur la logique d'Aristote la p. 566 qui suit, ainsi que la p. 63 qui précède où, il est vrai, il est plutôt question de pédagogie scolastique.

figurer parmi les „Varia”, mais nous croyons devoir mentionner dès maintenant que la première citation eſt de Cicéron et ſe rapporte à la gloire:

„Quid noſtri Philoſophi? nonne in his ipſis libris quos ſcribunt de contemnenda gloria ſua nomina inſcribunt”. Cic. Tuſc. qu. Lib. 1 [4]).

[4]) „Tusculanæ Disputationes”, Livre I, § 34.

DE RATIONI IMPERVIJS [1]).

En marge: De verisimilibus. De incertis [2]).

[1690]

§ 1. Esse præstantem aliquam æternamque naturam, et eam suspiciendam admirandamque hominum generi ordo rerum coelestium, et mundi totius pulchritudo, inquit Cicero, — addo et magnitudo rerum coelestium, artificiosaque animalium fabrica et per generationem propagatio — cogit confiteri [3]). Item mentis humanæ intelligentia, et voluptatis sensus tam animi quam corporis. Vide Ciceronem in fine lib. 2 de divinatione. Nam ut vere loquamur &c. [4]).

§ 2. De spatij mundani infinitudine [5]). De temporis infinitudine [6]). Numerus stellarum quantus scriberetur, tot figuris quot arenæ grana terræ globus caperet [7]). *6000* anni [8]) ut minimum punctum.

---

[1]) Manuscrit G, f. 33. La Pièce date peut-être non pas de *1690* mais de la fin de *1689*. Les f. 31—32 contiennent les Tables des matières du Traité de la Lumière et du Discours de la Cause de la Pesanteur, et les f. 44—45 les „Experimenta circa Electrum" que nous avons dit (T. XX, p. 618) dater de la fin de *1690*.

[2]) Comparez l'adage de la p. 213 du T. XVI se rapportant aux sujets dont traite la Pièce précédente („La relativité du mouvement etc.").

[3]) Cicero „De Divinatione" Lib. II. cap. 72.

[4]) „De Divinatione", l.c. „Nam ut vere loquamur, superstitio fusa per gentis oppressit omnium fere animos atque hominum imbecillitatem occupavit. quod et in is libris dictum est qui sunt de natura deorum, et hac disputatione id maxume egimus. multum enim et nobismet ipsis et nostris profuturi videbamur si eam funditus sustulissemus. nec vero (id enim diligenter intellegi volo) superstitione tollenda religio tollitur. nam et maiorum instituta tueri sacris cærimoniisque retinendis sapientis est, et esse præstantem aliquam æternamque naturam . . " etc. Voyez le début du § 1, jusqu'au mot „confiteri".

[5]) Chartæ astronomicæ f. 123 v: Il faut nous defaire de cette imagination d'estre placez au milieu du monde. In coelo sumus de mesme qu'une chacune des estoiles. Il n'y a point de milieu dans l'estendue infinie.

[6]) Voyez la note 10 qui suit.

[7]) Comparez les §§ 9 et 59 des „Pensees meslees" qui précédent.

[8]) Ce nombre a sans doute été choisi parce qu'il peut être censé représenter le temps qui d'après la Bible s'est écoulé depuis la création de l'homme. Comparez la fin du § 5 de la p. 556 qui suit.

Chartæ astronomicæ f. 123 r: Mundus visibilis velut punctum in infinito, ita sæcula quorum memoria ad nostrum usque sunt velut momentum temporis brevissimum.

§ 3. De multiplicibus Terris vix dubitari poteſt quin exiſtant [9]).
Diſquiſitio quid in planetis agatur aut exiſtat. Ponamus nihilo inferiora his noſtris rebus illic haberi. qualia ſunt lux, viſus &c. An mala etiam ut bella, ſcelera.

§ 4. Probabilis materiæ infinitas. Et mundi, non Terræ noſtræ. Forſan ruinâ aliqua non ſemel Tellus damnum paſſa eſt, et impoſterum patietur. vel ab inteſtinis partibus quæ nobis notæ non ſunt. — Nulla illi pernicies impendere videtur, niſi forſan ab occurſu Cometæ.

§ 5. Error gentium plerarumque fuit ut corpora humana dijs aſſingerent. Nihilo levius errant qui mentem Deo tribuunt noſtræ ſimilem, voluntatem, affectus, ſcientiam. Non enim intelligi poteſt quid ſit voluntas in Deo, nec enim nunc hoc nunc aliud velle putandus uti nos. Non iraſci, placari, ut nos. Non ſcire aut intelligere eodem modo. Non deliberare, non quærere quomodo quid efficiat.

§ 6. Quod certa ratione ſe habet, cum aliter ſe habuiſſe per naturam potuiſſet, non eſſe ab æterno. Habet enim cauſam cur potius tale ſit, ergo aliquando non fuit. Hinc nihil tale Deo convenire poteſt.

§ 7. Ratio invenire nequit quo modo homines cæteraque animalia extiterint.

§ 8. Ab æterno creavit Deus [10]). ſed creata quædam interire et diſſolvi poſſunt.

§ 9. Probabile mundum omnem et genus humanum ita eſſe creata ut Dei opera particulari poſtmodum non indigeant. quemadmodum machina a perito artifice. Ita ſyderum motus, ita terræ. quidni et animalia et homines. Nemo putat opinor cum pluit cum tonat cum ædes corruunt, data opera iſta a Deo fieri, quid enim templa et rupes fulmine ferit. An dicent credo, conſilio atque opera peculiari Dei fieri ſi domus corruens aliquem opprimat, ſi neminem, tunc caſu concidere? At quam ſæpe et innoxios ſic perire videmus.

[9]) Comparez le dernier § des „Pensees meslees".
[10]) Chartæ astronomicæ f. 123 r: Quand il eſt dit qu'au commencement Dieu créa le ciel et la terre, il faut entendre ce commencement a l'egard de ce qu'il crea et du genre humain, car Dieu eſt de toute eternitè et le temps par conſequent.

§ 10. Hominum cogitationes actionesque omnes necessitate quadam alias alijs succedere ut in machinis, etsi quisque sibi plenam esse et cogitandi et agendi libertatem existimet. En marge: sæpe videmus alio auferri cogitationes quam quo voluntas direxerat [11]).

Omnia itaque quæ contigerunt, quæque contingunt, non potuisse quin ita fierent. Hoc remedium optimum nequid rerum peractarum poeniteat, aut male habeat, aut imprudenter gestum dolorem ingerat. quo tamen a rebus agendis, cavendoque damno, nequaquam averti debemus nec abstinere a puniendis malis. nam ut illi necessario mali ita et necessaria mali poena et exstirpatio. Sic serpentes et culices occidere licet. Cum omnia sic a Deo sint ordinata et perfecta, ut solo motu et agitatione corporum in corpora inque animas hominum — si quid eæ habent incorporei [12]) — ut constare et perennare mundus omnis et genus humanum possint. cumque ad conservandam societatem ac rem publicam, amorem boni ac recti, ac rursus odium mali ac sceleris ingeneraverit, nunquid non solum à cura rerum singularum immunem sese Deus præstitit, sed et a futuri notitia? Nam si ea sapientia ac providentia totius mundi res ordinavit ut postea occursu vario et motu corporum et atomorum omnia peragerentur, an dicemus etiam infinitos istos occursus et reflexiones corpusculorum in antecessum Deo exploratos fuisse singulos? An prænoscere casus et eventa homunculorum dignum Deo, in ista mundorum immensa multitudine? an hoc tantum curasse ac providisse ut summa rerum salva esset, bonaque malis semper prævalerent universè, non autem in casibus omnibus sigillatim. Certe enim ita cum rebus humanis agi videmus. sæpe indigna pati optimos quosque; occidere immerentes, idque casu persæpe, nec ratione ulla quare id fiat apparente. Frequentius tamen plecti sceleratos, puniri improbos, vel legum vindicta vel conscientiæ torminibus.

---

§ 11. Quantum igitur aberit ut astrologi, vates, augures futura provideant, quam nihil omnibus somnijs movebimur, quam secure denique rerum eventus exspectabimus, necessitate astrictos, nemini præcognitos, à nemine præfixos.

---

§ 12. Mirum et impervestigabile unde idea voluptatis.

Qui hanc potuit invenire et impertire animantibus ac præcipuè homini, quanta quamque infinita ipse frui debet.

---

§ 13. An naturæ legibus corpora ferri et moveri sinat, quod in omnibus quæ vide-

---

[11]) On pourrait répondre: sæpe cogitationes eo vadunt quo voluntas eas direxit. Comparez la note 44 de la p. 665 qui suit.

[12]) Voyez sur ce sujet la note 2 de la p. 522 qui suit.

mus ita eſſe conſtat: an nonnunquam manum admoveat [13]), quod ex auxilio ſæpe præſtito apparere dicent ex hiſtorijs. Sed quot ſunt qui innocentes indigne perierunt!

§ 14. Non ſunt hæc tanta mala quæ generi humano evenire poſſe prævidit. Quippe maximam partem leviora morte, quæ nihil mali habet. Dedit vero et ſapientiam et animi magnitudinem quibus quæ cavere non poſſumus perferre et contemnere posſimus.

§ 15. Ratione conſequi non poſſumus quem in finem res tantas Deus molitus ſit, et fortaſſe continue moliatur [14]). Nunquid enim delectatur opera ſua contemplans, ut homines ingenioſi cum artificioſe machinam quampiam fabricarunt? Quorſum animalia noxia, culices, pulices, certe non hominum gratia. Cur piſcium genus ſui ſimilibus veſcitur. Cur leones et lupi, infirmioribus ex genere animantium? Nunquid hac ratione ſe ipſam non deſtruit rerum natura?

Cum tam artificioſe atque ordinate animalium corpora creata ſint, mirandum videtur Terrarum mariumque tractus prorſus eſſe inordinatos ac velut fortuito exortos.

[13]) Comparez sur ce sujet le début du § 9 qui précède.

[14]) Nous avons déjà dit à la p. 436 qui précède que, d'apres les idées de Huygens, il faut, lorsqu'on ne considère que la formation de la terre et de ses habitants, parler d'*une* création plutôt que de *la* création: tandis que, suivant Huygens, dans notre système planétaire la création paraît être terminée, il est fort possible d'après lui qu'ailleurs il n'en soit pas ainsi.

DE GLORIA [1]).

§ 1. Ad conſervationem vitæ animantium datus illis doloris ſenſus ad omnes membrorum partes diditus, item præcipitiorum metus, paſcendi voluptas. Hominibus vero præter iſta interitus averſatio, mortis horror, vivendi cupido. nec ulla religio ſuis promiſſis de futura vita hoc obtinere potuit, ut propterea vitam homines libenter deponant, imò ut non metuant mortem præter paucos qui ſupernaturali enthuſiaſmo aguntur. Cæteri omnes vivere cupiunt, atque etiam ſine ſine.

Hinc cogitatio prima de animæ immortalitate: noluerunt enim prorſus extingui poſſe. Hinc nominis poſt mortem producendi deſiderium; nam et hoc modo videntur ſibi parte ſui aliqua ſuperſtites eſſe. Idque adeo ut vel ſcelere aliquo famam ſui relinquere quidam voluerint potius quam perpetua oblivione ſepeliri. Plurimi vero ex impoſtura, ut Chymici ac Ciniſſones [2]) qui ſibi auri conſiciendi artem et panaceam cognitam fuiſſe credi volunt. Famæ autem et gloriæ ſempiternæ cupido ab eo tempore plurimum increvit quo literarum et hiſtoriæ condendæ inventa eſt ratio. Antea enim non potuit videri operæ pretium, ut multo labore brevem laudem, et ſuo filiorumque aut nepotum ævo tantum duraturam, mererentur. Unde et apud barbaras gentes literarum uſu carentes nulla aut exigua gloriæ affectatio.

§ 2. Omnibus ineſt natura ut laudari ament.

Aliquibus data imperandi cupido, eoque et animi robur et in periculis conſtantia. Hi gloriam conſequuntur ſi bene imperent. non ſi multis et malè.

Optimis hoc datum ut alijs quam multis aut certe melioribus prodeſſe velint, ut utilium artium inventores.

Vera gloria non niſi ex beneficio. Hinc non debetur ei qui ſubtilitate ingenij ſe præſtare oſtenderit, niſi ſubtilitate illa boni quid effecerit. Ita fruſtra quis quæſtionibus ac problematis ſubtilibus sed inutilibus ingenium ac tempus impendit, niſi quatenus ejus ſcientiæ peritiam ſibi contigiſſe declarat cujus in rebus alijs cognita ſit utilitas.

En marge: Celebris fama meritorum, Ciceronis Oratio pro Marcello [3]).

---

[1]) Manuscrit G, f. 33—34. Comparez la note 1 de la p. 513.

[2]) Voyez la note 11 de la p. *666* du T. XVIII.

[3]) Dans ce Discours Cicéron vante les victoires de César, mais il ajoute: „sed tamen sunt alia maiora . . . nunc certe pertinet esse te talem. ut tuas laudes obscuratura nulla unquam sit oblivio” (§§ 2 et 9).

§ 3. Sunt qui felices post mortem prædicentur quod memoria illorum vel scriptis egregiorum authorum vel positis statuis celebretur, vel emanatione ac perpetuitate sectæ ab ipsis institutæ. Ita Achilles Alexandro, quod ab Homero caneretur, felix dicebatur [4]). Ita Erasmus felix ob statuam publicè erectam [5]). Ita Pythagoras, Epicurus, Mahometus, alijque sequacibus suis quod auctores sectarum permanentium.

Hæc vero hactenus tantum ad felicitatem eorum pertinent, si futura cognoverint, vel præviderint vel certe præsumserint.

Adponendum esset J. Cæsaris felicitati si egregie a se gestorum memoriam eo valituram prævidisset ut mutato Reipublicæ statu, in Cæsarum serie primus poneretur omnibusque nomen suum, continua 1600 annorum successione, relinqueret. At ille haudquaquam scivit utrum hoc post obitum suum honore afficiendus esset, an ut tyrannus in Tyberim trahendus, omnisque memoria sua delenda detestandaque foret; imò hoc potius ultimo suæ vitæ momento existimare debuit cum in Senatu a præcipuis Romanorum interficeretur. Viventis vero felicitas hæc fuit ut gestorum suorum memoriam historijs omnibus celebratum iri non dubitaret, cum multarum virtutum suarum mentione, atque etiam commentariorum libros, quos de rebus suis scripserat, venturis sæculis victuros.

§ 4. Si quis de Gloria scribat ac recte hoc argumentum tractet — quod fortasse fecit Cicero in eo libro qui intercedit [6]) — nihil fieri posset utilius, neque ad salutem hominum conducibilius. Quantum enim mali toto orbe, quæ bella quæ cædes ex ambitione principum? qui quid gloria vera sit ignorant fere, imaginem atque umbram ejus pro ipsa amplectuntur.

Pleraque a Principibus hujus impulsu geri.

Quid falsa gloria docendum. rationibus et exemplis.

Item quæ vera: an late imperare, an magnificentia, vel quatenus. an divitiæ.

Quid inter famam et gloriam intersit et honorem.

Quod gloria post mortem tantum viventem delectat præsumtione futuri.

§ 5. De infinitate sæculorum post futurorum, ad quæ memoria non perveniet.

§ 6. Ad verum exhortatio; et in quibus consistat.

De Regum et principum gloria. & Inventorum qui utilia protulerunt.

---

[4]) C'est ce que raconte Plutarque dans le 15ième chapitre de sa Vie d'Alexandre.

[5]) À Rotterdam, sa ville natale.

[6]) Cicéron fait mention de son ouvrage en deux livres „De gloria" dans le cap. 9 du Livre II de son traité „De officiis". On peut trouver l'„Argumentum" et divers fragments du traité „De gloria" dans „M. T. Ciceronis Opera quæ supersunt omnia ac deperditorum fragmenta" ed. Io. Casp. Orellius, Vol. IV, Pars II, Turini, 1828.

§ 7. An liceat ambire et aucupari gloriam. Meritæ laudis fibi confcius poteft, imo debet ftudere ut eam confequatur. Sed non ita ut fe ipfo judice eam fibi arrogare videatur (en marge: bonos fecum habeat qui fint actorum teftes. egregia ingenia foveat ut habeat fuarum, fi quæ funt, virtutum præcones. quanquam non ita ut ftipendiarios habeat encomiftas; hoc enim omnem fidem laudationibus eorum adimit. unde vix tolerandum ut fibi vivo hæc celebratio nomini ingeratur). præcipuam fi talia quæ vix ab alijs fperanda.

§ 8. Magna nec ingenijs inveftigata priorum [7]).

§ 9. De gloria eorum quorum vix quicquam nifi nomen et fcripta fuperfunt ut Homeri. An præoptanda ejufmodi ut omnis vita nofcatur, an ut tantum laudabilia vitæ.

§ 10. De amore fcriptorum erga fuos libros. Exempla.

§ 11. De gloria artificum ut Apellis, Phidiæ. Minor quam Poetarum, cum tantum delectent eorum opera quanquam dici poffit confervandis magnorum virorum vultibus et referendis geftis, ad laudem accendere pofteros.

§ 12. Gloria eft celebritas nominis, cum laude et admiratione, ob præftantiam animi vel ingenij bono publico operatam.

§ 13. Quantum referat ut late fpargatur. An juvat quod ad Indos et Seres eat. Verfus Ovidij: quid inquit mea refert fi apud fumma fidera lauder [8]).

[7]) Métamorphoses d'Ovide, XV, 146. Les vers 60—478 traitent de Pythagore. Le v. 146 a été aussi cité aux p. 406 et 412 du T. XVI.

[8]) Huygens cite apparemment de mémoire. Il est bien connu que les Métamorphoses d'Ovide se terminent par les vers:

Cum volet, illa dies, quæ nil nisi corporis huius
Ius habet, incertum spatium mihi finiat ævi:
Parte tamen meliore mei super alta perennis
Astra ferar, nomenque erit indelebile nostrum ...

En vérité, la gloire ne semblait nullement à Ovide, à cette époque de sa vie, une chose indifférente. Mais plus tard il écrit (Ex Ponto, Lib. II, VII, 47—48):

Artibus ingenuis quæsita est gloria multis;
Infelix perii dotibus ipse meis.

et (Tristia, Lib. V, VII, 37—38 et XII, 41—42):

Nec tamen, ut lauder, vigilo curamque futuri
Nominis, utilius quod latuisset, ago ...
Non adeo est bene nunc, ut sit mihi gloria curæ:
Si liceat, nulli cognitus esse velim.

§ 14. Historicorum stultitiam principibus noxiam esse. quod illos celebrent qui plurima bella gesserunt, imperium procul extenderunt. etsi contra fas. pacificos autem. quamlibet bene imperantes, cum non tam varios multiplicesque eventus narrandos habeant, contemnant fere, quasi desides parvique animi. Cupiunt enim amplam scribendi materiam sibi præberi.

§ 15. Imo ipsi populi sic fere afficiuntur, etsi proprio suo damno plerumque discant sub ambitiosis et bellicosis principibus plurimum sibi miseriæ paratum. exactionibus, rapinis, urbium excidijs, agrorum vastitate. Attamen rebus quietis offenduntur et languent. nempe quod novitas delectationem quandam adfert, variæque narrationes et spectacula. Est enim mundus quasi fabula [9]). Ac fatendum quidem non minimam partem voluptatis hominum in ejusmodi eventorum et revolutionum vicissitudinibus percipiendis sitam esse, sic tamen, si sine suo malo id facere liceat. Dulce mari magno &c. [10]). Vix itaque bonis principibus esse conceditur, quod vix contemptum suorum effugiant, qui nocere plurimum solet. Deberent igitur veras virtutes et pacis bona

---

9) Huygens a pu songer e.a. à l'inscription de Vondel sur l'architrave de la porte d'entrée du Nouveau Théatre d'Amsterdam:

> De weereld is een speeltooneel.
> Elck speelt zijn rol en krijght zijn deel.

C. a. d. Le monde est un théâtre, chacun joue son role et reçoit sa part.

Il est vrai que dans le „De Diis & Mundo" (Περὶ Θεῶν καὶ Κόσμου) de Sallustius philosophus, le contemporain et ami de l'empereur Julianus Apostata, — édition de Leo Allatius dans les „Opuscula mythologica, ethica et physica, græce et latine" (Cantabrigiæ, Hayes, 1670), dont il est d'ailleurs fort incertain si Huygens les a connus *) — la thèse qui se trouve dans le Cap. III du Lib. I „Licet enim & Mundum hunc fabulam nuncupare" (ἔξεστι γὰρ καὶ τὸν Κόσμον Μῦθον εἰπεῖν) a un tout autre sens, vu le contexte. Allatius cite à bon droit Macrobius „In Somnium Scipionis [de Cicéron]" Lib. I. cap. II disant que les hommes eux-mêmes, Platon p.e., „siquid de his assignare conantur, quæ non sermonem tantummodo, sed cogitationem quoque humanam superant, ad similitudines & exempla confugiunt". Comparez Goethe, fin de la deuxième partie du Faust: „Alles Vergängliche ist nur ein Gleichnis".

10) Huygens cite de mémoire le début bien connu du Livre II du traité „De rerum natura" de Lucrèce:

> Suave mari magno turbantibus æquora ventis
> e terra magnum alterius spectare laborem;
> non quia vexari quemquamst iucunda voluptas
> sed quibus ipse malis careas quia cernere suave est:
> suave etiam belli certamina magna tueri
> per campos instructa, tua sine parte pericli etc.

---

*) Les premières éditions du „De Diis et Mundo" par Allatius sont de 1638 et 1639.

omnibus modis extollere hiſtorici, et philoſophi potius eſſe quam rhetores, nec ita ordiri ut ille Omnes homines qui ſeſe ſtudent præſtare cæteris animantibus ſumma ope niti decet ne vitam ſilentio tranſigant veluti pecora &c. [11])!

---

[11]) L'auteur cité ici par Huygens est l'historien Salluste (début de la „Catilinae conjuratio") *). Malgré Huygens le lecteur moderne, quelque pacifiste qu'il soit, peut éprouver un certain sentiment de sympathie en lisant les vers bien connus de Longfellow („A Psalm of Life"):

In the world's broad field of battle,
In the bivouac of Life,
Be not like dumb, driven cattle!
Be a hero in the strife!

Ceci n'est d'ailleurs pas réellement en contradiction avec les vues de Huygens puisqu'il n'y est apparemment pas question de véritables „res militares" (Salluste): le poème se termine par le couplet

Let us, then, be up and doing,
With a heart for any fate;
Still achieving, still pursuing,
Learn to labour and to wait.

*) Toutefois Salluste écrit „animalibus" au lieu de „animantibus" et „transeant" au lieu de „transigant"

DE MORTE [1]).

§ 1. Non ſumus quod ſumus nisi quatenus memoria res præteritas cum præſentibus jungimus.

Adeo ut ſi reminiſcentia omnis auferatur, abſque ſpe revertendi, jam deſinamus eſſe quod fuimus. Neque enim quia corpus idem maneat, adeo nos manere putandi, cum ſenſus in corpore non inſit ſed in animo [2]).

Si itaque poſt mortem fingatur alia vita ejuſmodi, ut eorum quæ in hac vita nobis acciderunt, prorſus non meminerimus, nec qui fuerimus recordemur, nihil profecto ad nos iſta ſecunda vita, etſi æternum duratura, pertinebit.

Ergo nihil ad me, etſi tunc ingentibus bonis gaudijſque me fruiturum confidam, ni ſimul certo ſciam adfuturam hujuſce vitæ meæ recordationem.

§ 2. Sed qualium rerum quamque exilium fere iſta eſt recordatio, ut ab hac pendeat beatitudo illa univerſa. Quam multa ſunt quorum libenter etiam obliviſcimur! Imo hæc talia ſunt ut poetæ Lethea fluvium finxerint e quo bibentes animæ vel umbræ rerum omnium hujus vitæ obliviſcerentur, ac tum demum ad ſedes beatorum pergerent. Talem igitur felicitatem, ſi qua iſta eſt felicitas, quilibet ſibi poſt obitum polliceri poteſt.

§ 3. Finge quicquid optare potes tibi obventurum, omnium rerum intelligentiam, colloquia cum præſtantiſſimis maximiſque viris vel jam deſunctis vel ſecuturis, loca amoena, voluptates omnis generis. Hæc omnia contingent vel certe æque beatus eris atque ij quibus hæc contingerent, ſublata vitæ prioris reminiscentia.

---

[1]) Manuscrit G, f. 34. Comparez sur la date la note 1 de la p. 513.

[2]) Ici l'„animus" parait donc être considéré comme quelque chose d'incorporel, tandis que dans le § 10 de la Pièce „De rationi impervijs" l'„anima" etait dite n'avoir peut-être rien d'incorporel. Nous ne croyons pas qu'il faille nécessairement en conclure que Huygens, à l'exemple d'autres penseurs, distingue nettement l'„animus" de l'„anima". Dans la présente Pièce aussi il s'agit sans doute d'après ses idées de choses „rationi imperviæ". Comparez avec la présente Pièce ce que le frère Constantyn écrit à Lodewijk Huygens dans sa lettre du 22 mai 1670 (T. VII, p. 27) sur les sentiments de Christiaan à cette époque sur le problème de la mort. Dans sa lettre à G. Meier de 1691 (T. X, p. 104) citée aussi dans la note 5 de la p. 339 qui précède, Huygens écrit: in metaphyſicis nec Exiſtentiam Dei neque animæ immortalitatem unquam mihi demonſtraſſe viſum [Carteſium].

§ 4. In omni vita transigenda optima ac verissima præcipere solet Natura, in sola morte nos fallit. Minatur enim quasi magnum malum illatura, cum nihil paret valde molestum quod ita esse debuit ad conservationem generis humani et animantium reliquorum. Morbi quidem dolores sæpe magnos adferunt, quos malum esse, quis sanus negaverit. Ergo cui sine cruciatu mori contigerit, cogitet quanto infeliciores sint quibus hæc εὐθανασία non conceditur [5]).

§ 5. Aeger corpore, ac languens, nec animo recte valet; quamobrem sui ipsius judicio tunc diffidere debet, ac sibi dicere, quæ nunc graviora aut tristiora videantur, propter animi ægritudinem talia videri, non eadem vero apparitura bene valenti [4]). Haud dubie autem in bene temperato corpore etiam animum optime suo officio fungi.
Ceci peut être considéré comme un éloge de ceux qui s'appliquent à „bene temperare corpora".

Vellesne immortalis esse? quidni si et corpore et animo sano et vegete frui æternum liceret, at cum certo immineat senectus, cum miseria corporis et indigna forma, amissione memoriæ et intellectus, quis ægrè ferat se vel eripi his malis, vel excedere e vita, ubi propinquant.

---

[5]) Peut-être Huygens avait-il déjà le pressentiment que l'εὐθανασία ne devait pas lui échoir: voyez la p. 720 du T. X.

[4]) Comparez les vers latins de Huygens de 1694 que nous avons cités dans la note 1 de la p. 719 du T. X.

APPENDICE

AUX PIÈCES „DE RATIONI IMPERVIIS ETC.” [1]).

§ 1. Qu'il peut y avoir des espaces impenetrables de matiere solide non divisee. lesquels ne transmettront point la lumiere ni la vüe.

Qu'il peut y avoir de tout autres choses au dela de l'estendue des soleils [2]), mais qu'alors toute cette estendue n'est que comme un point.

§ 2. Qu'il appartient a la grandeur de Dieu d'avoir fait des choses infiniment grandes. qu'il ne faut pas croire que nous puissions concevoir quelque chose de plus grand que ce que Dieu a fait. ou que nos pensees aillent au dela des effects de la providence. ni au dela du temps qu'elle a commencè d'agir. Voyez sur le sens probable du mot „commencer” la note 10 de la p. 514 qui précède.

§ 3. Tout ce qui est d'une façon ayant pu estre autrement semble avoir eu une cause qui l'a fait estre tel: donc il a estè fait: donc il n'est pas de toute eternitè [3]).

Quelque chose, quelque mouvement de la matiere, a arrondi la terre, l'a fait de telle grandeur, mouvant en tant de temps au tour du soleil a telle distance.

§ 4. Rerum coelestium ordo aut amplitudo prouve bien moins la divinitè que la structure de l'homme, ou seulement celle de la vue et de l'oeil, ou d'une aisle (leçon alternative: du vol) d'oiseau [4]).

Il faut qu'il y ait une infinie varietè dans les creatures. partant il ne faut pas qu'elles soient egalement excellentes ni infiniment parfaites.

§ 5. Les choses qui ont estè de toute eternitè sont telles qu'elles ne sçauroient estre conçües autres qu'elles ne sont. Comme l'etendue infinie de tous costez. Car l'on ne peut concevoir qu'elle soit bornee. De mesme le temps, l'on ne le peut concevoir qu'infini en avant et en arriere. L'on peut concevoir aneanti tout ce qui mesure le

---

[1]) Chartæ astronomicæ, f. 123—124 et 128—129.
[2]) Comparez le dernier § des „Pensees meslees” qui précèdent.
[3]) Comparez le § 6 de la p. 514 qui précède.
[4]) Comparez le § 3 de la p. 556 qui suit.

temps, c'eſt a dire tous les corps et tout le mouvement, mais nous ne pouvons nous imaginer l'aneantiſſement du temps [5]).

§ 6. Beaucoup de philoſophes ſouſtienent que Dieu auroit pu creer le monde de toute eternitè. Je conçois qu'ayant eſtè createur ab æterno il peut avoir ſait des terres et des ſoleils ou d'autre[s] choſe[s] a nous inconnues de toute eternitè, mais non pas que cette terre ou terres et ſoleils qui ſont maintenant aient eſtè eternellement, par la raiſon alleguee cy deſſus que tout ce qui eſt et auroit pu eſtre autrement, a eu une cauſe qui l'ait fait tel qu'il eſt, et que par conſequent, il y a eu un temps qu'il n'eſtoit pas tel, et ainſi point ab æterno.

Par quelque revolution de matiere toutes les eſtoiles ou planetes que nous voions et un grand nombre d'autres par de là peuvent avoir eſtè produites a la fois. Et qu'eſt ce là a l'egard de l'eſtendue infinie.

§ 7. *Des choſes qui ne ſe peuvent comprendre par la raiſon humaine.*

Voions comment quelques uns [6]) pretendent de prouver l'exiſtence de Dieu. Ils commencent par la connoiſſance et certitude qu'ils ont de l'exiſtence d'euxmeſmes, c'eſt a dire de ce qui penſe en eux. Accordons leur cette exiſtence.

Ils diſent qu'ils ont dans leur penſee pluſieurs idees de choſes et entre autres l'idée d'un Eſtre Eternel tout puiſſant tout ſeachant, infiniment intelligent, enfin tout parfait (en marge: ſummè intelligentis, ſummè potentis, et ſummè perfecti). Et parce que dans cette idee l'Eſtre ou l'exiſtence eſt compriſe ils en concluent que cet Eſtre exiſte neceſſairement. Examinons ce raiſonnement. Quand on dit qu'on a l'idee d'un Eſtre Eternel, c'eſt la meſme choſe que de dire qu'on concoit qu'il y a eu quelque choſe de toute eternitè. Nous ne ſommes encore guere avancez par la dans la connoiſſance de quelque choſe. L'idee d'un eſtre eternel quand bien elle feroit conclure qu'il y a un tel eſtre, ne force pas de conclure que dans cet eſtre il y ait ces autres attributs, mais ſeulement qu'il exiſte. Qu'eſt ce que d'eſtre ſumme perfectum. Vult nempe perfectionis nomine omnia iſta contineri, ſumme intelligens ſumme potens, æternus, omnisciens, omnis veritatis ac boni ſons, rerum omnium creator [7]) (pag. 5 et 9). Nous

---

[5]) Voyez encore sur le temps la note 10 de la p. 514 qui précède.

[6]) Il s'agit, comme on voit, de Descartes et des cartésiens.

[7]) Comparez les paroles de Descartes citées dans la note 5 de la p. 341 qui précède. Les p. 5—9 citées sont des pages de ses „Principia Philosophiæ". Dans l'édition de 1677 (Amsterdam, D. Elzevir) il est question à la p. 5 du „entis summè perfecti" (C. XVI), les expressions „ æternum, omniscium, omnipotentem, omnis bonitatis veritatisque fontem, rerum omnium creatorem" (C. XXII) s'y trouvent à la p. 6. La p. 9 se termine par les mots: „Neque tamen ullo modo Deus errorum nostrorum autor fingi potest, propterea quòd nobis intellectum non dedit omniscium" (C. XXXVI).

n'avions encore rien connu ſi non que nous eſtions quelque choſe, puiſque nous penſions. Maintenant il faut ſuppoſer que nous connoiſſions noſtre intelligence et que dans cette intelligence il peut y avoir divers degrez de perfection. Mais immediatement auparavant (p. 5) il avoit dit que nous connoiſſions que nous n'avions aucune certaine ſcience, devant que d'avoir reconnu l'autheur de noſtre eſtre que nous ſommes apres a chercher [8]). Nous ſommes donc encore bien loin d'avoir l'idee de la parfaite intelligence. Voions auſſi qu'eſt ce que nous pouvions entendre par ſumme potens. C'eſt de pouvoir faire et effectuer tout ce qu'on veut. Nous reconnoiſſions en nous un vouloir, et de la nous l'attribuons auſſi à Dieu. Ainſi nous imaginons qu'il vient a Dieu la volontè de creer le monde, d'envoyer un deluge, de punir un mechant. ne conſiderant pas qu'il ne peut convenir a cet Eſtre eternel et tout parfait de commencer a former des reſolutions, differees juſques la, ſans cauſe, ou que des choſes contingentes le pouſſent a vouloir. En fin l'on verra que cette idee de pouvoir ce qu'on veut auſſi bien que de ſcavoir tout ne mettent rien en Dieu qu'a l'imitation de ce que nous ſentons en nous. Pour *fons omnis veritatis ac bonitatis*, c'eſt une idee fort obſcure, et qui demande qu'on ſcache auparavant ce que c'eſt que veritè et bontè. Omnium rerum creator. qu'eſt ce qu'on entendra icy par creer, eſt-ce d'avoir produit tout ce qu'il y a, depuis 4 ou 5 mille ans, ou d'avoir fait des productions depuis toute eternitè, ce qui paroit une perfection plus grande que l'autre. De plus creer preſuppoſe une volontè et une deliberation. le tout par rapport a ce que nous trouvons en nous.

Les paiens et barbares attribuoient a Dieu un corps ſemblable au corps humain, les philoſophes luy attribuent une ame ſemblable a l'ame humaine et des affections ſemblables aux noſtres, ſeulement differentes en perfection. Ils luy donnent une maniere de penſer, de vouloir, d'entendre, d'aimer. Que pouvoient ils faire autre choſe? Avouer qu'il ſurpaſſe de bien loin l'homme d'avoir une idée de Dieu [9]).

§ 8 [10]). C'eſt une imperfection, dit des Cartes, d'eſtre diviſible; pour prouver que Dieu n'eſt point eſtendu. C'eſt une pauvre raiſon, car pourquoy eſt ce là une imperfection?

[8]) Même edition des „Principia Philosophiæ", p. 4 (C. XIII): Sed quia [mens] non potest semper ad illas [c. à. d. ad præmissas ex quibus ea (c. à. d. des propositions mathématiques) deduxit] attendere, cùm postea recordatur se nondum scire, an fortè talis naturæ creata sit, ut fallatur etiam in iis, quæ ipsi evidentissima apparent, videt se meritò de talibus dubitare. nec ullam habere posse certam scientiam, priusquam suæ auctorem originis agnoverit".

[9]) Nous avons déjà publié cet alinéa plus haut: il constitue le § 1 de notre Pièce „Que penser de Dieu?"

[10]) Le présent § 6 correspond au § 2 de la Piece „Que penser de Dieu?"

Il eſt, dit il, de la nature de l'infini de ne pouvoir eſtre compris par nous qui ſommes finis. Ce ne ſont que des paroles. Qu'eſt ce a dire que nous ſommes finis? car il ne parle encore que de noſtre ame ou penſée. Cela ne peut rien ſignifier ſinon que noſtre ame ne comprend point l'infini, et que pour cela elle ne le comprend point.

Cherchons a prouver qu'il y a un autheur ſumme intelligens, mais d'une intelligence tout a ſait autre que la noſtre non pas par ces idees, mais par la conſideration des choſes creees, ou il paroit tant de art et de prudence, ſur tout en ce qui regarde les animaux.

§ 9. Des Cartes, p. 10 [11]). Ayant dit que la grandeur de l'etendue eſt indefinie, parce que nous ne la pouvons imaginer ſi grande qu'elle ne le puiſſe eſtre encore d'avantage, il adjoute que nous devons ſuppoſer de meſme le nombre des eſtoiles eſtre indefini. Ce ſont des choſes bien differentes et il n'y a point de conſequence. car l'extenſion (leçon alternative: l'eſtendue) ſe concoit clairement et neceſſairement eſtre infinie, et ainſi indefini en cela eſt de la meſme ſignification qu'infini. Mais il n'en eſt pas de meſme de la multitude des eſtoiles que l'on peut ſort bien concevoir eſtre compriſe dans certain nombre. Et partant elle peut eſtre ſinie, et ſon nombre indeſini ne peut ſignifier icy que inconnu, ſi ce n'eſt qu'il veuille qu'en effect leur nombre ſoit infiniment grand [12]). Il eſt vray que rien ne repugne que je ſcache que leur multitude ne ſoit infinie, par ce qu'on n'en ſcauroit poſer un ſi grand nombre qu'on n'en puiſſe encore recevoir d'avantage dans l'eſtendue infinie, mais cecy ne prouve pas cette infinie multitude d'eſtoiles.

Le doute fait peine a l'eſprit. c'eſt pourquoy tout le monde ſe range volontiers a l'opinion de ceux qui pretendent avoir trouvè la certitude. juſques la qu'ils aiment mieux les ſuivre en ſe laiſſant abuſer.

Il ne faut pas croire ſans qu'on ait raiſon de croire; autrement que ne croit on les ſables et les comptes des vieilles, et pourquoy les Turcs n'ont ils point raiſon de croire à l'Alcoran? [13])

[11]) Dans l'édition de 1677 des „Principia Philosophiæ" (comparez la note 7) c'est a la p. 7 (C. XXVI) qu'on lit: „Nos autem illa omnia, in quibus sub aliqua consideratione nullum finem poterimus invenire, non quidem affirmabimus esse infinita, sed ut indefinita spectabimus ... Et quia non potest fingi tantus stellarum numerus, quin plures adhuc a Deo creari potuisse credamus, illarum etiam numerum indefinitum supponemus; atque ita de reliquis".

[12]) C'est ce que Descartes n'affirme pas. C. XXVII: „Hæcque indefinita dicemus potius quàm infinita (tant pour une autre raison que) quia non .. positivè intelligimus, alias res (c. à. d. autres que Dieu) aliqua ex parte limitibus carere, sed negativè tantùm eorum limites, si quos habeant, inveniri à nobis non posse confitemur".

[13]) Ces deux derniers alinéas (qui dans le manuscrit suivent immédiatement l'alinéa qui les précède ici) constituent le § 3 de notre Pièce „Que penser de Dieu?"

§ 10. C'eſt une eſtrange choſe que l'idee du plaiſir, et du ſentiment que nous en avons tant de celuy de l'eſprit que de celuy du corps, qui revient auſſi a l'eſprit. La divinitè qui a fait ce don aux hommes et aux animaux, doit eſtre en poſſeſſion d'un plaiſir infiniment plus grand et a nous inconcevable.

Il eſt vray que perſonne ne s'eſt encore avisè de mettre cela parmy les attributs de la divinitè, ſi ce n'eſt peut eſtre les Epicuriens, mais ils n'en parloient pas ſerieuſement [14]).

§ 11. Sans la memoire, il n'y a point de raiſonnement mais du ſentiment corporel fort bien. Supposè un oubli entier de tout le paſſè, et qui ſoit pour jamais, je ne vois pas que l'ame continue a exiſter. ni que ce qui luy arriveroit apres cela, me concerne moy qui ſuis a preſent [15]). C'eſt autre choſe quand le ſouvenir doit revenir comme apres une defaillance ou un profond ſommeil.

C'eſt donc la meſme choſe de s'imaginer que nous ne ſerons rien apres la mort, ou de ſe promettre des plaiſirs eternels mais ſans le ſouvenir de ce que nous aurions eſtè et de ce qui nous ſeroit arrivè dans cette vie. Donc ſans ce ſouvenir il n'y peut avoir de beatitude pour nous, parce qu'alors ce n'eſt plus nous. Ni auſſi par conſequent de miſere [15]).

Si j'eſtois donc aſſurè que je ſerois rouè mais que je perdrois auparavant la memoire eſt ce que la douleur de ce ſupplice ne ſeroit rien a mon egard ni a compter pour un mal? Je croy que non, et que ce ſeroit la meſme choſe comme ſi une autre ame devoit alors habiter mon corps.

Opinion diſcutable. Le ſubconſcient — terme dont on ne ſe ſervait pas encore aux jours de Huygens — ne fait-il pas partie intégrante de notre perſonnalité, de ſorte que celle-ci peut ſubſiſter même dans le cas où la mémoire vient à faire entièrement défaut?

Comparez ſur ce ſujet la citation du traité „De anima" d'Ariſtote à la p. 563 qui ſuit.

§ 12. Nous n'avons pas la libertè de penſer et de vouloir comme nous nous imaginons, mais toutes nos penſees ſont enchainees et vont neceſſairement de l'une a l'autre quoy qu'il nous ſemble que nous en diſpoſons absolument. Elles vont leur train ſinon que des objects nouveaux les detournent et ſont prendre d'autres routes [16]).

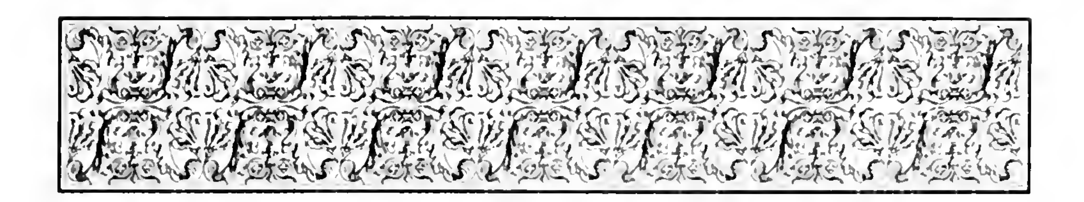
---

[14]) Comparez le § 12 de la p. 512 qui précède. Nous publions ces deux alinéas de nouveau dans l'Appendice II aux „Réflexions ſur la probabilité de nos concluſions etc."

[15]) Comparez le § 1 de la p. 522 qui précède.

[16]) Comparez le § 10 de la p. 515 qui précède et la p. 662 qui ſuit.

RÉFLEXIONS SUR LA PROBABILITÉ DE NOS CONCLUSIONS ET DISCUSSION DE LA QUESTION DE L'EXISTENCE D'ÊTRES VIVANTS SUR LES AUTRES PLANÈTES.



Avertiſſement.

Deſcartes déſireux, non moins que Platon [1]), de nous libérer du ſcepticiſme — mais voyez cependant ſur Deſcartes les p. 17 et 67 du T. XX — proclamait la poſſibilité pour l'eſprit humain d'atteindre la certitude. Il la cherchait (bien entendu: en conſidérant Dieu comme la „fons omnis veritatis"; voyez le § 7 de la p. 525 qui précède) dans la „perceptio clara ac diſtincta" [2]) mentionnée par Huygens dans la Pièce I qui ſuit.

Aucun philoſophe, croyons-nous, n'a nié que ſi la perception claire et diſtincte eſt poſſible à l'entendement humain, ce n'eſt pas en dernier lieu dans la conſidération des grandeurs ou des nombres qu'elle ſe fait jour. Or, Huygens admet la valeur univerſelle de la géométrie euclidienne: voyez le § 7 de la Pièce III d'après lequel les „veritates geometriæ" ſunt ab æterno, ainſi que le § 23 de la Pièce II enſeignant que la „geometria ubique [c. à. d. pour les habitants d'autres corps céleſtes auſſi bien que pour nous] eadem eſt neceſſario". Et plus généralement (note 8 de la p. 545): „matheſis neceſſario eadem". On ne peut donc le taxer de ſcepticiſme, quoiqu'il appelle „fort

[1]) Voyez sur Platon la note 15 de la p. 533 ainsi que la p. 566 qui suivent.

[2]) „Discours de la Methode". Deuxième Partie: „Le premier [précepte de la logique] était [pour moi] de ne recevoir jamais aucune chose pour vraie que je ne la connusse évidemment être telle; c'est-à-dire d'éviter soigneusement la précipitation et la prévention, et de ne comprendre rien de plus en mes jugements que ce qui se présenterait si clairement et si distinctement à mon esprit que je n'eusse aucune occasion de le mettre en doute".

obſcure" l'„idee" de Deſcartes que Dieu ſerait la „fons omnis veritatis" [3]). Ce qui lui donne ſon ſentiment de certitude, c'eſt apparemment l'expérience quotidienne. Si dans la Pièce I il dit, à propos de la „probatio ex veriſimili", „omnia fere [N.B.] huc reduci. forſan [N.B.] et mathematicorum demonſtrationes", c'eſt qu'il admet la poſſibilité, quoique la probabilité en ſoit bien petite et peut-être nulle, que l'on ſe ſoit toujours trompé dans le cours de chaque démonſtration; mais même s'il en était ainſi, il n'en demeurerait pas moins vrai ſuivant lui que nous pouvons affirmer que les veritates geometriæ ſunt ab æterno, la géométrie étant partout „ijſdem principijs fundata" [4]). Il n'y a, ſuivant lui, de l'incertitude, peut-être, que dans les *raiſonnements* des géomètres [5]).

Les Pièces I—IV qui ſuivent occupent les f. 35—43 du Manuſcrit G; c'eſt à la p. 47 v du même Manuſcrit que ſe trouve la Pièce du T. XX que nous avons intitulée „Le corps, la ſurface, la ligne, le point" [6]). Tant dans le T. XVIII [7]) que dans le T. XX [8]) nous avons déjà dit que pour Huygens la parfaite conformité de la géométrie euclidienne avec la nature des choſes viſibles et tangibles ou ſimplement viſibles — et auſſi des corps qui échappent à notre obſervation par leur petiteſſe [9]), leſquelles il ſe figure à l'image des objets tangibles — eſt apparemment hors de doute [10]). Dans le Coſmotheoros de 1694 il affirmera de nouveau — p. 749 — que la géométrie „prorſus eadem ubique eſſe debeat".

Mais le texte de la Pièce I nous apprend qu'il ne reconnaît pas *en général* le critère de la perception claire et diſtincte vu qu'on peut ſe tromper dans une choſe tout en étant perſuadé d'y voir clair. *Généralement* nos jugements ne ſont donc que plus ou moins *probables* et c'eſt le bon ſens, bien inégalement réparti entre les hommes, qui doit nous guider dans l'évaluation du degré de probabilité de chacun d'eux.

Dans ſa lettre de 1673 à Pierre Perrault [11]) il diſait déjà ne pas croire „que nous

---

3) P. 526.
4) § 12 de la p. 547 qui suit.
5) Consultez sur ce sujet (les *raisonnements* des géomètres) la lettre à P. Perrault que nous citons un peu plus loin.
6) T. XX, p. 190.
7) P. 31.
8) P. 180.
9) Voyez sur les atomes la p. 498 ainsi que la note 6 de la p. 381 qui précèdent.
10) Consultez cependant aussi la note 8 de Huygens, de septembre 1692, à la p. 321 du T. X.
11) T. VII, p. 298.

ſeachions rien très certainement mais tout vraiſemblablement, et qu'il y a des degrez de vraiſemblance qui ſont fort differents" [12]).

Dans leur intéreſſante biographie de Huygens de 1938 [13]) les époux Romein [14]) penſent devoir attacher tant de prix à cette thèſe que dans le titre même ils le déſignent par „Chriſtiaen Huygens, de Ontdekker der Waarschijnlijkheid", c. à. d. „le découvreur de la probabilité". — Le probabiliſme n'a-t-il pourtant pas exiſté depuis l'antiquité grecque comme une doctrine intermédiaire entre le dogmatiſme et le ſcepticiſme, et peut-on admettre que Huygens, qui connaiſſait ſi bien Cicéron [15]), l'ait ignoré? [16])

Voyez auſſi ſur ce ſujet la fin du préſent Avertiſſement ainſi que la fin de l'Appendice II qui ſuit.

---

[12]) On peut comparer avec la suite de la lettre à P. Perrault ce que Huygens écrivait déjà en 1669 dans un brouillon de sa Pièce sur la coagulation (T. XIX, p. 327): Il eſt malaisè de deviner la cauſe de quelque effect particulier de la nature par les experiences qu'on a faites en cette matiere, parce que c'eſt la meſme choſe que de vouloir dechiffrer un eſcrit qui ne conſiſteroit qu'en une ou deux paroles ce qui eſt infiniment difficile, mais quand on a toute une lettre eſcrite du meſme chifre il y a beaucoup plus de facilitè, et il eſt de meſme dans la phyſique, la quantitè des experiences en toutes ſortes de matieres donnent lieu a faire des hypotheſes (Chartæ mechanicæ, f. 80 v). Voyez aussi ce que Huygens dit en 1690 sur „la vraisemblance" dans la Préface du „Traité de la Lumière" (T. XIX, p. 454). Et comparez la note 28 de la p. 497 qui précède ainsi que le § 19 de la p. 354.

[13]) Jan Romein en Annie Romein „Erflaters van onze beschaving, Nederlandse geſtalten uit zes eeuwen" (Querido, Amsterdam), T. II, p. 254—289.

[14]) Il est vrai que les époux Romein — ou plutôt M.me Romein, car c'est elle qui a écrit cette biographie — ne connaissaient pas encore la présente Pièce I; mais, outre la lettre à P. Perrault, le passage du „Cosmotheoros" qui se rapporte à ce sujet — voyez la p. 689 qui suit — leur était évidemment connu.

[15]) Nous lisons dans le cap. 4 du Lib. II des „Tusculanæ disputationes" de Cicéron — on a vu, à la p. 512 qui précède, que Huygens les cite —: „Nec vero Pythagoras nominis solum [philosophiæ] inventor, sed rerum etiam ipsarum amplificator fuit.. Sed ab antiqua philosophia usque ad Socratem, qui Archelaum, Anaxagoræ discipulum audierat, numeri motusque tractabantur et unde omnia orerentur quove reciderent, studioseque ab is siderum magnitudines intervalla cursus anquirebantur et cuncta cælestia. Socrates autem primus philosophiam devocavit e coelo et in urbibus conlocavit et in domus etiam introduxit et coëgit de vita et moribus rebusque bonis et malis quærere cujus multiplex ratio disputandi rerumque varietas et ingenii magnitudo Platonis memoria et litteris consecrata [nous observons en passant que Cicéron ne dit pas que plus tard Platon devint plutôt pythagoricien: voyez la note 15 de la p.553] plura genera effecit dissentientium philoſophorum e quibus nos id potissimum consecuti sumus, quo Socratem usum arbitrabamur, ut nostram ipsi sententiam tegeremus, errore alios levaremus *et in omni disputatione, quid esset simillimum veri, quæreremus* [nous soulignons]. quem morem cum Car-

La queſtion de ſavoir ſi les corps céleſtes autres que la terre, hébergent des êtres vivants, eſt ancienne [17]). Il avait été parlé en paſſant d'hommes ſaturniens obſervant les phénomènes céleſtes dans la diſpute de 1660 de Huygens avec Fabri et Divini; ces derniers jugeaient apparemment abſurde l'idée de leur exiſtence [18]); Huygens, lui, prenait la choſe au ſérieux et invoquait, ſans tâcher d'approfondir la queſtion en ce moment, l'opinion „des philoſophes" [19]). Ce paſſage fait déjà prévoir que tôt ou tard il reviendrait ſur le ſujet.

C'eſt bien dans des Pièces telles que celles qui nous occupent qu'il convenait de dire que, la perception claire et diſtincte faiſant manifeſtement défaut, il fallait s'en tenir à la probabilité.

Or, la grandeur de la probabilité étant ici indéterminable, il fallait prévoir une grande diverſité d'opinions parmi les lecteurs. Huygens récuse à bon droit l'opinion de quiconque n'entend rien à l'aſtronomie.

L'improbabilité de la thèſe que parmi tous les corps céleſtes un ſeul, la terre, ſerait habité lui paraît extrêmement grande.

---

neades [souvent cité par Cicéron] acutissime copiosissimeque tenuisset, fecimus et alias sæpe et nuper in Tusculano, ut ad eam consuetudinem disputaremus".

Sur Carnéade E. Zeller („Die Philosophie der Griechen in ihrer geschichtlichen Entwicklung dargestellt". Zw. Aufl. Leipzig, Fues. 1865, 3ter Teil, 1ste Abteilung, Die Nach-aristotelische Philosophie, Erste Hälfte, Die neuere Akademie) parle comme suit: „Ein Schüler und Geistesverwandter des Chrysippus hat Karneades [dont les œuvres sont perdues, ou plutôt qui n'a rien écrit] nicht blos die negative Seite der skeptischen Ansicht nach allen Beziehungen mit einem Scharfsinn ausgeführt der ihm die erste Stelle unter den alten Skeptikern sichert, sondern auch das Positive, was die Skepsis übrig liess, die Lehre von der Wahrscheinlichkeit [ἔμφασις, πιθανότης] zuerst genauer untersucht, und die Grade und Bedingungen der Wahrscheinlichkeit festgestellt, und er hat durch beides diese ganze Denkweise zu ihrer wissenschaftlichen Vollendung gebracht". Un exposé des doctrines de Carnéade se trouve e.a. chez Sextus Empiricus dans son „Adversus mathematicos".

Aux jours de Huygens Boyle avait fait de Carnéade le principal interlocuteur (c'était, peut-on dire, Boyle lui-même) de son dialogue „Chymista scepticus" de 1661.

16) Voyez d'ailleurs aussi sur le sujet du probabilisme les écrits de N. Cusanus que Huygens connaissait d'après la p. 369 qui précède. Le catalogue de vente de 1695 mentionne (Libri miscellanei in folio 105) les „Nicolai de Cusa Cardinalis Opera Basileæ 1565".

17) Voyez, à la p. 795 qui suit, ce qui est dit dans le „Cosmotheoros" sur Xenophane. On peut consulter aussi la note 68 de la p. 369 qui précède ainsi que le § 22 de la Partie II qui suit.

18) T. XV, p. 416—417.

19) T. XV, p. 460—463.

On peut souscrire à cette opinion, et même admettre, pour nous servir de l'expression de Huygens au § 3 de la Pièce II, que les autres planètes de notre système solaire ne sont pas „æternæ damnati inertiæ ac sterilitati" sans toutefois juger aussi grande que lui la probabilité d'habitants raisonnables actuellement existants sur elles. Huygens n'avait encore, et ne pouvait avoir, aucune idée précise du grand âge de la terre et du temps relativement court — quoique ce temps soit encore énormément supérieur à l'espace mosaïque de 6000 ans mentionné à la p. 513 qui précède — qui s'est écoulé depuis l'apparition de l'homo sapiens. Rien ne semble désormais rendre fort probable que les autres planètes aient évolué de la même manière que la nôtre et qu'on pourrait y rencontrer des êtres comparables en intelligence et en manière de vivre avec nous-mêmes. Huygens admet, il est vrai, la possibilité de leur supériorité (§§ 4 et 23 de la Pièce II) mais non pas, semble-t-il, en vertu d'une plus longue évolution.

L'idée de l'évolution lui fait-elle donc défaut? Non pas entièrement. Au § 9 de la Pièce III il dit se figurer que la formation tant des „animalia" (parmi lesquels les hommes) que des „arbores" a pu avoir lieu par un certain *progressus*. La „ratio" de cette formation nous est inconnue et inintelligible (au § 5 il affirme que jamais on n'y verra clair). Il croit pourtant pouvoir la désigner par le terme „*Dei* opus", tout en ajoutant que dans l'invention de tant de formes diverses „sibi placuisse videtur *natura*". Mais le fait qu'il lui paraît presque hors de doute que la terre *a été faite pour les hommes* („hominum collocandorum gratia") montre qu'il se la représente probablement — comparez la note 10 de la p. 514 qui précède — comme habitée par des hommes bientôt après sa création (il est vrai qu'il écrit: „animantium hominumque collocandorum gratia"). En se plaçant à ce point de vue, et en admettant que toutes les planètes ont pu être créées vers la même époque [20]), on peut en effet juger assez grande la probabilité de l'existence sur les autres planètes d'êtres intelligents comparables à nous-mêmes.

L'adoption du point de vue téléologique — qui est celui de Cicéron [21]) non moins que celui d'Aristote [22]), quoique pour ce dernier le problème de la finalité ne se pose

---

[20]) Fin du § 6 de la p. 525.

[21]) Voyez p. e. le passage du traité „De natura deorum" que nous avons cité dans la note 10 de la p. 172 qui précède.

[22]) Voyez sur Aristote et Cicéron la note 46 de la p. 666 qui suit.

pas au ſujet de la création de la terre ou du monde en général puiſqu'il les juge éternels; comparez la note 12 de la p. 557 — conduit auſſi naturellement à ſuppoſer les autres étoiles entourées de planètes, comme ſe le figurait Giordano Bruno, et celles-ci appareillées d'une façon comparable à celle de la terre, quoique ſans doute néanmoins ſort diverſe.

Nous conſidérons comme un grand mérite de Huygens d'avoir *diſcuté ſérieuſement* la queſtion de l'exiſtence d'êtres organiques ailleurs que ſur la terre.

„Mirabuntur aliqui", dit-il à la p. 127 des Chartæ aſtronomicæ, „ſerio hæc tractari. Non poſſum aliter. Nec decet in maximis naturæ deique operibus joco et argutijs et riſu agere".

Dans le § 9 déjà nommé il ſe déclare adverſaire de la doctrine de la génération ſpontanée, eſtimant qu'il eſt „ſatis perſpectum . . et experimentis compertum omnia ex ſemine naſci".

Pour ce qui eſt de ſes opinions générales nous notons encore qu'en fait d'éthique il ſe montre (§ 14 de la Pièce II) plutôt épicurien que ſtoïcien. Voyez encore ſur ce ſujet l'Appendice III qui ſuit, et conſultez ſurtout la p. 747 du „Coſmotheoros".

Sa conviction que les mouvements des corps céleſtes ſe ſoutiennent d'eux-mêmes (§ 1 de la Pièce III) le conduit à borner à l'époque de la création l'action du „potens opifex" auquel ils doivent leur exiſtence, ce qui nous paraît conforme à la doctrine qu'on eſt convenu de déſigner par le mot déiſme; ou plutôt, cette déſignation ſerait applicable ſi Huygens avait ſoutenu généralement pour le monde entier ce qu'il ne dit que pour la terre et les corps céleſtes voiſins: ailleurs, la création n'étant pas néceſſairement terminée, l'action de Dieu peut ſort bien, ſuivant lui, être encore aujourd'hui une action directe.

Entre les §§ 5 et 6 de la Pièce III font intercalées une férie de citations des Dialogues de Fr. la Mothe le Vayer [1588—1672][23]) dont, d'après le Journal de Voyage, Huygens avait fait la connaiffance perfonnelle à Paris en 1660. Dans cet ouvrage l'auteur s'efforce de démontrer le bien-fondé du fcepticifme, qui eft auffi pour lui la bafe de la doctrine chrétienne[24]). Nous publions les citations de Huygens dans l'Appendice I qui fuit quoique quelques-unes d'entre elles — fe rapportant à la question de l'immortalité de l'âme — fe rattachent plutôt à la Pièce précédente „De morte", et que quelques autres n'aient avec les Pièces de Huygens aucun rapport direct.

Le probabilifme de Carnéade et de Cicéron, dont traite la note 15 de la p. 533 qui précède, et que la Mothe le Vayer juge fi voifin du fcepticifme, eft fouvent mentionné dans les dialogues; l'auteur cite p.e. en tête du Dialogue „De l'ignorance louable" le paffage fuivant du premier livre des „Tufculanæ quæftiones" [ou „disputationes"] de Cicéron: „Ut potero explicabo, nec tamen quafi Pythius Apollo certa ut fint et fixa quæ dixero, fed ut homunculus unus e multis, probabilia conjecturâ fequens, ultra enim quo progrediar, quam ut verifimilia videam, non habeo. Certa dicent ii, qui et percipi ea poffe dicunt, et fapientes effe profitentur".

---

[23]) François de la Mothe le Vayer, membre de l'Académie française depuis 1639, avait été en 1652 précepteur du futur Louis XIV. Il publia sous son propre nom un grand nombre d'écrits, e.a. en 1668, à Paris, le „Discours pour montrer que les doutes de la philosophie sceptique sont d'un grand usage dans les sciences". Mais les „Dialogues" qu'il écrivit vers la fin de sa vie, parurent soi-disant à Francfort, chez J. Savius, sous le titre „Cincq dialogues faits à l'imitation des anciens", par Oratius Tubero, personnage fictif. Nous les citons d'après une édition ultérieure qui porte le millésime MDCCXVI.

Le Catalogue de vente de 1695 des livres de Huygens mentionne les „Cinq Dialogues de Tubero" (Libri miscellanei in duodecimo 302) et l'„Hexameron Rustique" (ibid. 240+), autre ouvrage de la Mothe le Vayer, dont il a été question à la p. 8 de notre T. VII. Nous y trouvons aussi les „Oeuvres de la Mothe le Vayer, 2 tom. 1 vol. Paris, 1654" (Libri miscellanei in folio 69) et une autre édition en deux volumes de 1662 (ibid. 268). Voyez aussi sur l'édition de 1654 la p. 78 du T. II.

[24]) Il écrit p.e. dans le „Dialogue de la Divinité" (livre I, p. 414): „Faisons donc hardiment profession de l'honorable ignorance de notre bien-aymée Sceptique, puis que c'est elle seule qui peut nous preparer les voyes aux cognoissances relevées de la divinité, & que toutes les autres Sectes philosophiques ne font que nous en esloigner, nous entassant de leurs dogmes, & nous embroüillant l'esprit de leurs maximes scientifiques, au lieu de nous esclaircir, & purifier l'entendement".

Parmi les citations de l'Appendice I il y en a une qui se rapporte à la question du „progressus" qui suivant Huygens a pu avoir eu lieu dans la création des espèces animales et de l'homme. A cette citation tirée des écrits du Père Paolo, c. à. d. du savant théologien Pietro Sarpi [25]), qui s'était imaginé que le genre humain pouvait être originaire de quelques tritons et femmes marines, Huygens ajoute, sceptiquement: „Mais d'ou est ce qu'il pensoit que ceuxcy fussent venus?"

[25]) Les ouvrages de P. Sarpi (1552—1623) ont e.a. été publiés en 1677 à Venise (chez R. Meietti) en 5 volumes sous le titre „Opere del Padre Paolo dell'ordine de'Servi; e theologo della serenissima Republica di Venetia". Cette édition ne contient pas sa Correspondance citée par la Mothe le Vayer. Le premier volume débute par une biographie de l'auteur. Sarpi n'était pas seulement théologien, mais aussi mathématicien et naturaliste. Il s'occupait e.a. d'anatomie: „s'essercitò nell' anatomia di tutte le sorte d'animali" (p. 42), ceci „con isquisitissima osseruatione" (p. 45). „Tutta la sua vita era in trè sole cose occupata, il seruitio di Dio, i studij, le conuersationi" (p. 77).

RÉFLEXIONS SUR LA PROBABILITÉ DE NOS CONCLUSIONS ET DISCUSSION DE LA QUESTION DE L'EXISTENCE D'ÊTRES VIVANTS SUR LES AUTRES PLANÈTES.

[1690] [1])

I. De probatione ex verisimili.

II. Verisimilia de Planetis.

III. Quod animalium productio, præsertim hominum, præcipuum sapientiæ intelligentiæque divinæ sit opus [2]).

IV. Insolitum spectaculum peregrino ex Jove advenienti.

---

[1]) Manuscrit G, f. 35—43. Voyez sur la date — il est possible que la présente Pièce fut écrite déjà vers la fin de 1689 — la note 1 de la p. 513 qui précède.
Nous avons interverti l'ordre des Parties I et II.

[2]) Comparez l'Appendice IV au „Cosmotheoros".

I.

DE PROBATIONE EX VERISIMILI.

Omnia fere huc reduci. forſan et mathematicorum demonſtrationes. Certitudinem vero non bene poni in perceptione clara ac diſtincta. Patet enim ejus claritatis ac diſtinctionis varios quaſi gradus eſſe. namque et in ijs quæ plane nobis perſpicue comprehenſa putamus ſæpe fallimur et ipſe Carteſius exemplo eſt, ut in legibus communicati motus ex impulſu corporum [1]). &c. in circulo illo ex glacie in aere ſuſpenſo cujus repercuſſu parelia fieri vult [2]). In bene diſcernendis iſtis probabilitatis gradibus ingenium judicijque rectitudinem conſpici, nec uſquam tantum aberrari quam in ejusmodi judicij neglectu aut perverſitate.

Sunt enim qui quæ mathematicorum more concluſa non ſunt ita pro dubijs habenda putant, ut nihilo minus his plane contraria amplecti liceat. Velut in Copernici Syſtemate, etſi undique et obſervationum conſenſu et argumentis et quaſi naturæ ipſius voce id confirmari, commendarique videant, tamen quia aliud quoddam Tychoni Braheo in mentem veniſſe intellexerunt neque illud Copernicanum geometricè demonſtratum eſſe, non illi magis quam huic accedendum exiſtimant, nec præ imbecillitate judicij tam immanem probabilitatis differentiam agnoſcunt. Ceci s'applique e.a. à Caſſini et à Roemer: voyez ſur eux la p. 311 qui précède.

Sic multi omni ævo aſtrologorum genethliacorum prædictionibus fidem tribuerunt [3]), non ſatis perpendentes quam inepta et ratione carentia principia ſint eorum artis. Veluti efficacia iſta planetarum ſecundum aſpectus, hoc eſt ſecundum angulos quibus in terra diſtare apparent, tum regulæ ex his conſtitutæ ad præcognoſcenda vitæ proſpera aut adverſa. Nec perſpicere valent hæc ab impoſtoribus lucelli gratia fuiſſe excogitata; quoniam veriſimilium gradus diſcernere neſciunt.

---

[1]) Voyez les p. 4 et suiv. du T. XVI.

[2]) Consultez sur ce sujet la note 1 de la p. 450 du T. XVII.

[3]) Voyez sur l'astrologie en général les p. 178—179 du T. XX. Consultez aussi les p. 311 et 343 qui précèdent.

II.

VERISIMILIA DE PLANETIS [1]).

Quid non Aſtronomiæ ac Philoſophiæ rudes adverſus hæc, favente vulgo, objicere poterunt?

§ 1. Præparatos eſſe eos quibus hæc ſcribuntur oportet lectione librorum quibus tum veritas Terræ motæ probatur, et neque hanc, neque plurium terrarum exiſtentiam Scripturæ ſacræ adverſam eſſe; ut ſunt Galilei dialogi, Wilkeni mundus lunæ [2]), Keplerus &c. Nolo enim tranſcribere quæ apud tam multos legi poſſunt. Quin et hoc poſtulo, ut Aſtronomiæ cognitionem non levem habeant, ejuſque præſertim partis phyſicæ. Abſque his enim recte judicare de noſtra hac opella non poterunt, nec multum apud me cenſura ipſorum valebit ſi hæc improbent vel contemnant, ſi derideant. Sunt ab ijs authoribus illa quoque refutata quæ ex philoſophiæ placitis opponi poſſent. At nos ex eadem philoſophia et recta ratione quam ſit probabilis opinio noſtra concludemus.

§ 2. Digna eſt materia quæ tractetur [3]). Imo miror eos qui ſe philoſophiæ ſtudioſos

---

[1]) Manuscrit G, f. 35—40.

[2]) John Wilkins (1614—1672) „Discovery of a new world, or a discourse tending to prove that it is probable that there may be another habitable world in the Moon", 1638 (Catalogue de vente de 1695, libri math. in duodecimo 39: „Or Discourse tending to Prove, that tis probable there may be another habitable world in that Planet" sans autre titre, sans nom d'auteur, sans date; et, libri miscellanei in octavo 574: „Wilkins, New World", sans date). Huygens possédait ce traité aussi dans la traduction française de de la Montagne („Le monde dans la lune, divisé en deux livres, le Premier prouvant que la lune peut eſtre un monde, le second que la terre peut estre une planette"· I. Cailloüe, Rouen, 1656. — Le catalogue de vente a simplement, libri math. in octavo 49: „Le Monde dans la Lune", sans nom d'auteur, sans date). La proposition II du premier livre est ainsi conçue: „Que la pluralité de Mondes ne repugne à aucun principe de la raison ou de la Foy".

[3]) Ailleurs (Chartæ aſtronomicæ f. 132) Huygens écrit: Digna res eſt quæ quæratur, ait Seneca [en parlant de la terre considérée comme le centre du monde, mais tournant peut-être autour de son axe], pigerrimam an velociſſimam ſedem nacti ſimus, omnia circa nos an nos ipſos circumferat &c. La queſtion eſt encore plus conſiderable a mon avis, de ſcavoir ſi noſtre Terre ſeule porte des animaux et des creatures douees de raiſon, ou s'il y a dans l'univers pluſieurs terres avec des habitans auſſi remarquables.

ſerunt, cum illuc cogitatione non aſcendant. Uti qui longinquis peregrinationibus regna multa populoſque adierunt ſapientius meliuſque de patria ſua judicant, quam qui nunquam extra eam pedem extulerunt, ita qui inter ſydera mente verſari aſſuevit, atque inde hunc Terræ noſtræ globulum contemplari, quam ſit minima hic mundi particula ſæpe cogitat, item quid alibi in tot terrarum millibus agatur. Quantula tunc ſunt regna hæc, quid negotia, quid ambitus.

§ 3. Conſideremus ſyſtema hoc planetarum circa Solem, cujus hic poſita eſt figura [4]), tanquam extra poſiti, Solem illum in medio quinque globorum qui diverſæ magnitudinis orbibus ipſi circumferuntur, omnes vero illius luce illuſtrantur, proximi validius intentiuſque, remotiores languidius, ac ſinguli in ſeſe convertuntur aliquot horarum ſpatio, quo tota ſuperficies per vices ea luce inclareſcat.

Poteſtne jam probabile cuiquam videri, cum tot nominibus inter ſe convenire advertat hiſce omnibus ſoli circumpoſitis globis, in uno ipſorum, eoque e minoribus, mirabilia multa ineſſe, maria, montes, ſilvas. flumina, animalia multorum generum, alia 4 pedibus alia binis incedentia, alia per aerem vagantia, alia ſub aqua degentia quæ omnia mirabili quadam ratione ſibi ſimilia producant, in cæteris vero ejuſdem chori ſocijs ac conſortibus nil niſi materiam radios ſolis reflectentem, nulla varietate inſignem, in vaſta ſolitudine ſaxa, lapides, arenas tantum ferentem? (nam corpoream quidem materiam unde fiat lucis repercuſſus, concedere ijs neceſſe eſt). Quæ enim ratio afferri poterit cur uni præ cæteris omnia illa conceſſa ſint, reliquis uſu omni carentibus, æternæque damnatis inertiæ ac ſterilitati.

Cum arbores nobis notas fructus aliquos aut glandes ferre ſciamus, non dubitamus, quin et illæ, quas in ignotis inſulis procul conſpicimus, aliquid ejuſmodi præter folia edant.

Solus aſſecla Tertij à ſole Planetæ, noctu animalibus lucem præſtabit, quaterni vero quinti Planetæ nulli uſui erunt, itemque quini circa remotiſſimum collocati. Quod ſi igitur ſimilis quædam rerum varietas ac pulchritudo in cæteris planetis atque in Terra hac noſtra viget, nunquid ſpectatore carebunt! an non ut animalium elegantia et artificioſa fabrica, florum colores atque odores ad hominum admirationem aut voluptatem comparata videntur, ita et in iſtis exiſtent aliqui qui tantis ſpectaculis tamque jucundis fruantur.

§ 4. Cogita hominum genus interijſſe atque ad nihilum redigi. Nonne omnia iſta quaſi fruſtra videbuntur. Nonne cultu omni Terra deſtituta manebit? ſquallida deſerta ac beſtiarum habitatio?

Jam vero homo ipſe, animal illud rationis particeps, nonne longè præcipua pars

---

[4]) Il n'y a pas de figure dans le manuscrit et il ſerait bien ſuperflu d'en ajouter une ici.

cenſenda eſt eorum quæ in Terra exiſtunt? Ille tot artium capax, qui coeleſtium motus diſtantiaſque ratione atque organis quibuſdam inſtructus deprehendere potuit? tanta induſtria domos, naves, veſtem, machinas omnis generis conſtruit. denique qui unus contemplari atque admirari divina opera queat. Quamquam enim mortalibus perſpecti non ſint fines quos ſibi conditor propoſuit; apparet tamen ei placuiſſe ut eſſent ratione prædita animalia quæ infinitam ſuam ſapientiam ſuſpicere poſſent, et beneficia agnoſcere.

Hujuſmodi igitur animantibus ſi reliqui Planetæ careant, certè multo inferiores vilioreſque erunt noſtrate hoc. Nulla autem ratio eſt ut minus ornatos rebus omnibus putemus, imo eſt cur majores illi Jupiter ac Saturnus præſtantiora quædam conſecuti exiſtimentur. Non deerunt itaque præcipua illa animalia, hominum generi æquiparanda, ac forſan etiam longe perfectiora.

Illud vero nihil prorſus obſtare credendum, quod in Mercurij Planeta decuplo quam nos majore æſtu incolæ torreri videntur, in Saturno centuplo minorem experientes, perpetuo gelu rigeſcere. Quidni enim et animalia et arbores herbæ aliave quævis ad diverſas illas temperies aptata ſint ac durata. Nam plane ineptire eſt, in noſtra hac ſolis diſtantia mediocrem calorem lucemque præbitam exiſtimare, in alijs illis vel abundare vel deficere. Refellitur enim his ipſis diſcriminibus quæ in Terra hac cernuntur. Cum tanto frigidius degant hyperborei illi Samoiedæ quam qui mediam Africam incolunt, nec tamen aut hi aut illi de ſorte ſua querantur.

---

§ 5. Porro poſitis animalibus quæ in Planetarum ſuperficie vitam agant, videndum an non aliquid amplius de natura ac ſenſu eorum colligere poſſimus.

Cum varias animalium noſtrorum figuras contemplamur. quadrupedes, aves, piſces, cancros, teſtudines, angues, inſecta; ac rurſus in ſingulis tantam formarum diverſitatem ut equi, elephanti, porci, cervi, hiſtricis in quadrupedibus; aquilæ, pavonis, noctuæ, veſpertilionis, *grand bec* [5]), ſtruthiocameli, in volucribus. ceti, raiæ, ſapeæ, hippopotami, crocodili, oſtrei, ſpongiæ, ſchol [6]), concharum, veau marin [7]), in piſcibus aut amphibijs. denique inſectorum genera. hæc omnia conſiderantes facile credemus nequaquam divinando nos aſſequi poſſe, quænam in tam longinquis planetarum regionibus figuræ animalium habeantur. præſertim cum et in Americæ terris aliæ repertæ ſint quam in cæteris orbis partibus, ac plantæ quoque et arbores plurimæ noſtris omnibus diſſimiles.

---

[5]) Nous ignorons de quel oiseau Huygens entend parler. Il est possible qu'il s'agisse du pélican.
[6]) Mot néerlandais: plie franche ou carrelet.
[7]) Phoque.

Attamen cum summa genera notorum nobis animalium percensemus et quibus modis moveantur, omnia huc reducuntur ut vel in aere volent alarum remigio, vel pedibus in terra incedant, vel sine pedibus reptent, vel flexu corporum vehementi aut pedum percussu per aquam sibi viam aperiant. Præter hosce movendi modos vix videtur alios dari posse nec concipi. Ergo quæ in planetis degunt uno aliquo ex his modis incedent, aut aliqua etiam pluribus simul ut apud nos aves amphibiæ, quæ et pedibus in terra ingrediuntur, et in aquis natant, et in aere. Nulla autem quarta præter hasce vita cogitari posse videtur. quid enim esse ibi queat præter tellurem solidam, elementum liquidum, atque aerem aut illi simile? (posset enim aer multo esse densior graviorque nostro hoc, eoque volantibus commodior). Hæc certe ejusmodi sunt ut satis clare pateat nihil ab his diversum dari posse.

Quam felices vero primarij isti ac ratione præditi incolæ, si triplici hac facultate polleant. Ita tamen ut mali nihil inde consequatur. Nam si hoc bono fruuntur, necesse est ut inimicitiæ et bella non perinde inter illos existant atque in Terra hac nostra, quod alias nec tuto nec secure vivere possent, quippe imprævisis invasionibus semper expositi hostis alati.

Huygens pouvait difficilement prévoir qu'au vingtième siécle de fréquentes incursions de „hostes alati" auraient lieu, ici même sur notre planète. Comparez la p. 87 du T. XIX.

§ 6. Videamus porro de sensu Planetariorum istorum animantium. Equidem nihil certius persuasum habeo quam visu prædita esse. Quænam enim vita sine visu, quomodo aut pericula devitare aut alimenta quærere hoc sensu destituta queant? In hoc maximum vitæ præsidium, nec fieri potest ut ubi animalia extent, hoc maximo omnium dono priventur (autres leçons: careant, destituantur). Itaque in omni genere eorum quæ hic apud nos sunt, oculorum usum animadvertimus, terrestribus, aerijs, aquatilibus, ipsisque adeo insectis; nisi vilissimi quidam, lumbrici ac vermiculi excipiendi sint. Quod si divinum lucis inventum perpendamus quæ a Sole ad Planetas cæteros æquè ac ad terram pertingit, profecto non magis nostri gratia quam cæterorum omnium creatam hanc mirabilem motus naturam putabimus. Ante omnia vero spectatores istos rationis compotes quos diximus, visu pollere credibile est quo et mirabili rerum in terris varietate et coelestium conspectu fruantur, solis, lunarum, siderum totiusque universi specie, in quibus immensa Dei potentia præcipue elucet. Nunquid enim hæc aspicere solis nobis terræ incolis datum erit, qui vero alibi agunt ad hæc cæcutient? [8])

---

§ 7. Si contemplationem et admirationem rerum naturalium, operum Dei, hominibus auferas, quid aliud rationis usu consequantur, quam quod bestiæ et aves absque eo

---

[8]) En marge: visus. auditus. sensus cæteri. generatio. esca. sermo. voluptas. artes. scientiæ. mathesis necessario eadem. musica eadem fere. astronomia.

habent. ut nempe tranquille inter fe degant, victu ac veftitu non careant nec fenfuum voluptatibus.

Fateor quidem a multo maxima Terricolarum hominum parte vix ad hæc animum adverti aut certe leviter infpici quod longa confuetudine etiam res tantæ obfolefcant. Sapientiores tamen admirantur crebro auctoremque fufpiciunt. Aliqui etiam penitus omnem eorum rationem inveftigant, atque ij licet omni tempore pauci fint, toto tamen fæculorum lapfu non exiguus eorum numerus efficitur.

---

§ 8. Anne igitur et oculos animalibus iftis tribuemus. Certe oculorum fabrica uti mirabili induftria comparata eft, ita vix alia ratione iniri potuiffe videtur, ut diftinctas rerum exterarum imagines fenfibus referret. A fingulis enim punctis radij ad pupillæ orbem manantes, ad fingula rurfus puncta refractione convexæ fuperficiei colliguntur, ac nervulorum fenfu qui in fundo oculi fubtiliffime fparguntur, quorumque contextu pellicula quam choroidem vocant, componitur, ita afficiunt, ut inde rerum fitum, distantiam, colorem, interior animus judicet. Eadem hic machinatione in omni noftro animantium genere natura ufa eft, ut credibile fit non alia ratione tam bene (autre leçon: melius) lucis beneficium fenfibus adaptare potuiffe. Cur non igitur eandem hanc in iftis quoque regionibus fecuta fit, cum nufquam non optima eligeret. Habent igitur et oculos animalia illa; et binos quoque, quibus fimul eandem rem confpiciant; quoniam rerum propinquarum diftantijs judicandis interfectione quadam radiorum opus eft. Abfque verò diftantiæ cognitione periculofior inceffus eft, nec tam bene vitantur occurfu fuo nocitura. Habent et in fuprema corporis regione collocatos: fi enim recte ac fapienter ibi collocatos agnofcamus nec tam bene alibi potuiffe, defuiffe fapientiam dicendum foret inferiori parte eos reponenti.

Nunquid et manus habebunt? non videtur quicquam accurate abfque tali inftrumento fabricari poffe, imo nec quicquam tractari apte aut difponi, qualia in obfervatione coeleftium requiruntur.

Ut multò alia mundi facies animo offertur, cum innumerabiles Terras et in his fingulis non minorem rerum animaliumque varietatem quam eft ea quam hic coram intuemur concipimus. Cum vulgo hæc noftra fola effe exiftimaretur quæ omnia contineret hujufcemodi, fidera vero nil aliud quam lucidi quidam globi in convexa coeli fuperficie defixi cenferentur [9]).

Quanto majus præftantiufque illud opus ita multiplex et infinitæ varietatis; quantoque magis dignum Deo. Non jam univerfitas mundi in coelum Terramque diftribuitur. at nos in coelo fumus [10]), aftrique unius magni comites circumferimur, fed unius è multis.

---

[9]) Comparez les deux lignes latines (de date incertaine) que nous avons mises en tête de notre Appendice III au „Cosmotheoros".

[10]) Comparez les §§ 11, 28 et 37 des „Pensees meslees" de 1686 qui précèdent.

§ 9. De destinatione providentiæ in rebus creatis, præsertim animalium membris. Volucres terrestribus præstare, nisi quod instrumenta manuum ad machinas et observationes coeli requiruntur. in reliquis aves potiori sorte esse. Ciconia. locus [11]) egregius. Quid si in planeta utrumque in uno genere conjunctum?

§ 10. Quid posset esse in planetis diversum a nostris rebus. quid melius. multa certe. Cum coetera perpendimus nobis concessa aut inventa ut scribendi artem. telescopiorum. geometriæ intelligentiam. analytices. arithmeticæ logarithmorum typographiæ. ut non facile concedi potest hæc eadem in Planetis cæteris agnosci, ita verisimile est alia quædam nihilo deteriora illic reperiri, ne nostris rebus nimium præcellamus.

---

§ 11. Videndum etiam de auditus sensu, nunquid et hic in remotis Terris istis attributus sit animalibus (en marge: s'ils ont l'air qui sert a conserver le feu, à respirer est necessaire, et sert a la navigation. adaptè merveilleusement a l'ouïe). Quod multa suadent. Nam primum ad conservationem vitæ plurimum prodest hæc perceptio; cum sono ac fragore sæpe ingruens periculum cognoscatur. præsertim nocturno tempore, cum oculorum auxilium ereptum est. Præterea et animalium quodque vocis sono sui similia advocat, multaque inter se significant. Apud ea vero quæ rationis usum habent, quod genus illic quoque reperiri paulo ante dictum est, quanta quamque mirabilis vocis et auditus est oportunitas; ut non sit credibile tam præstantem sensum tantumque loquendi artificium hujus Terræ ac nostri gratia tantum fuisse excogitatum, quomodo enim illis non multum ad felicitatem nostram desit, qui tanto beneficio carent, aut qua alia re pensari hoc potest. Deinde an et musicos sonos suavissimosque illos concentus nobis unis quos intelligamus datos esse putabimus cum omnis hæc harmonice fixam immutabilemque quandam naturam sortita sit ut nusquam terrarum gentiumve non ijsdem legibus contineatur, quantum quidem ad intervalla sonorum et consonas distantias attinet.

§ 12. Porro hoc idem, atque etiam multo manifestius, habet Geometria, ut non nisi ijsdem principijs fundata sit, ubicumque locorum reperiatur. Itaque hoc etiam unum est ex argumentis cur eam non nostra tantum hominum generi concessa destinataque esse credatur. Sed alia etiam sunt quæ magis id confirment. Nunquid enim soli nos hujus Terræ incolæ syderum cursus observabimus, eorumque distantias ac mundi

---

[11]) Leçon incertaine. Si Huygens a en effet écrit „locus" nous ignorons à quel endroit de quel auteur il fait allusion. Le paragraphe de Pline sur les cigognes („Naturalis historia" X, 31) n'a rien de bien remarquable.

magnitudinem metiemur? Soli circuitum globi noſtri ac ſuperficiem inveſtigabimus? Tum artis mechanicæ rationes ſoli cognoſcemus, totque illis commodis quæ ex hoc ſtudio promanarunt, præter nos omnes carebunt? Atqui in his rebus vel maxime uſus ac præſtantia rationalis animæ elucet, ut fere tantum cæteris hominibus præcellant qui harum rerum intelligentia pollent, quantum illi inferiori generi animantium. Non video quidem quodnam tantum boni accepiſſe potuerint cæterorum planetarum incolæ quod huic ſit æquandum. Quodſi tantummodo Jovis aut Saturni ſidus contemplemur quantò ibi degentibus ad Aſtronomiæ ſtudium majus incitamentum et opportunitas contigerit, in tot circumeuntibus Lunis, tamque frequentibus earum eclipſibus, abſonum videbitur nullam iſtic harum rerum ſcientiam [12]) vigere, cum apud nos tanto levius illectos, tantoque minore apparatu, tam mirabiles progreſſus fecerit. Tam frequentes Lunarum ac Solis Eclipſes nunquid iſtos Jovis ac Saturni incolas ad cognoscendas tanti prodigij cauſas excitabunt? Nunquid et Annuli Saturnij variæ ac mirabiles apparentiæ, dum nonnunquam ingentis circuli lucidi forma noctu conſpicitur, interdiu vero lucem ſolis multorum dierum ſpatio intercipit, hæc inquam tam miranda nunquid eodem vel invitos Saturnicolas adducent? Sane ſi noſtræ ſolis lunæque defectus ad aſtrorum ſtudium homines excitarunt, multo magis id apud iſtos Saturnicolas tantæ viciſſitudines commutationesque efficere debuerunt. Equidem non hoc tantum, ſed et globi ſui Geographiam accuratiſſimam, et Longitudinum inventum, utriuſque hujus planetæ habitatores, ſi et illic maria navibus frequentantur, poſſidere crediderim. Quidni vero navigent cum tanto quam nos commodius poſſint, et minore periculo [13]).

§ 13. Sed hæc fortaſſe jam audaciore quam par eſt conjectura protuliſſe dicemur. Hoc negari non poteſt, Eclipſes iſtas fere cotidianas, et lunarum conjunctiones mirabili varietate in illis regionibus conſpici. Conſtat etiam noctium ac dierum continuas viciſſitudines ibi ſervari cum ſciamus etiam quanta ſit diei Jovialis ac Martialis longitudo. Nam Jupiter 10 fere horis ſuperficiem ſuam totam ſoli exponit. Mars, ut noſtra Terra, horis circiter 24. Et quis de Saturno Venere ac Mercurio addubitet, quin cæterorum naturam ſequantur, etſi periodi nondum ſint animadverſæ? Porro etiam æſtatis et hyemis diverſitas in Saturni planeta quin ſentiatur vix ambigo cum et annuli et totius ſyſtematis axis ad orbitæ Saturniæ planum obliquus ſit angulo partium 31, a quo neque globus multum declinare putandus. At quam longæ ſunt

---

[12]) Nous avons corrigé „scientiæ" en „scientiam".

[13]) Le sens de ce passage s'explique par ce que Huygens dira en 1694 dans le „Cosmotheoros" (p. 749 qui suit): „Præſertim verò in Jovis Saturnique maribus commoda eſſet navigatio propter Lunarum plurium utrobique copiam; quarum ductu longitudinum menſuram, quam vocant, quæ nobis non contigit, facile conſequi poſſint". La „Longitudo" est d'ailleurs aussi mentionnée dans le présent texte.

æstates illæ hyemesque, quindecim nostratium annorum. Contra autem in Jove eadem semper caloris ac frigoris temperies regioni cuique, etsi calor major aut frigoris minus prope æquatorem colentibus quam versus polos. adeo ut partes anni nulla re nisi syderum exortu illic notentur. Sed ad animalia longinquarum istarum terrarum revertor.

§ 14. Quæ si ut jam satis constat sunt in Planetis tum ratione prædita tum bruta, nunquid et generatione sese propagabunt? Vix quidem dici potest eadem perpetuo manere quæ semel ibi collocata sint. Oporteret enim neque casus varios neque infortunia nec odia bella aut cædes, in terris illis extare quibus interire animalia possent, nec senio ea consici. Sed fortasse longe alia ratione reparatur eorum genus, atque hic apud nos. Potest sane. Attamen tam mirabilis ac divina est nostrarum generationum ratio ut vix credi possit, non ulterius quam ad hunc globulum nostrum illud porrigi. Videmus etiam in tanta quam habemus animalium diversitate eodem fere modo alia ex alijs nasci. neque aliter in Americæ regionibus aliter in Africa aut Europa aut Asia, Ac denique voluptatis sensu omnia animantia ad generandum excitari; quæ voluptas cæteris omnibus quæ sensu percipiantur longe præstet, nec magis ad conservationem eorum generis data sit, quam genus ipsum ideo creatum conservatumque, ut hac voluptate fruatur. Nam et in ratione pollentibus, nunquid in his rebus, tum quæ ad amores, liberorum curam, pertinent, magna pars vitæ et jucunditatis omnis posita est? Voluptas autem summum optimumque est Dei donum, ideoque et illa in quibus maximè sita est, non hujus tantum terræ habitatoribus tributa putentur. Nec vero hasce tantum quæ communes nobis cum bestijs sunt voluptates planeticolis ijs, qui rationis participes sunt, concessas arbitror, sed illas quoque alterius generis quæ ex virtute ac naturæ contemplatione oriuntur. quandoquidem et harum rerum capaces animos ijs jam ante adscripsimus. Absque voluptate, non erat cur cara aut expetenda vita esset, nec hominibus nec bestijs. Neque mihi contradicant hic Stoici aut cujusvis alterius sectæ philosophi. nam si recte expendatur omnium de summo bono sententia, nemini non pro fine voluptas proposita est, alijs ex virtute et honesto, alijs non solum ex his sed et ex sanitate, divitijs, affluentia rerum omnium delectabilium; alijs denique ex ijs quæ post mortem præmia contingent, præ quibus omnia hæc humana despiciunt. Sed ubique finis idem voluptas. Atque hic non possum silentio prætermittere quantopere admirer unde prima voluptatis extiterit idea. Certe illa quæ nobis data est ejus particula ab æterna illa quæ cum Deo semper fuit desumta est. Quanta autem frui debet is qui animalium generi hominumque præsertim hanc impertijt?

---

§ 15 [14]). Tune tam arrogans eris ut quæ in istis remotis coelorum spatijs corporibusque Deus ordinaverit exponas? Respondeo: nihil profecto definio aut assevero, sed

[14]) En marge au crayon (jusqu'au mot „corporum"); apparemment ajouté plus tard.

conjecturas et verisimilitudinem expendo. — At illa mille modis tibi non imaginandis se habere possunt. Respondeo: hoc ipsum est quod examinandum erit. Hic de visu [15]). de conspectu coelestium corporum. De alimentis. De igne. De cæteris scientijs præter geometriam musicam astronomiam. de quibus dixi. quæ sunt ad has requisita.

Porro in superficie planetarum seu terrarum illarum herbas, stirpes, arboresque enasci vix dubitandum puto. Non solum ornatus gratia. sed ut ijs animalia nutriantur. Nutriri autem ijs nequeunt, nisi nova continuè succrescant.

§ 16. Posita vero rerum coelestium scientia et observatione, quam multa alia concedere necesse est! Nulla enim observatio syderum absque instrumentis, sive ea e metallo aut ligno fabricata sint, aut aliqua solida materia ab his diversa, quod ut fiat etiam fabrorum serris, dolabris ac cæteris ejusmodi carere nequeunt. Vix etiam manibus aut quod eorum officio fungatur. Sed et circuli arcus in ijs instrumentis requiruntur et arcuum divisiones in partes æquales. Necessaria præterea est et observatorum ad posteros transmissa memoria et temporum ratio et epochæ quæ sine scripto non videntur explicari posse. Sine temporum speculatione vix esse possunt.

Ut vero ex observatis syderum errantium ac totius coeli systema colligatur, haud aliter quam apud nos, alijs atque alijs conjecturis ac hypothesibus singendis perveniri potest; nec sine geometricorum theorematum auxilio. Procul enim abest ut distantiam coelestium illorum corporum visu discernere valeant, cum non aliter apud illos quam apud nos omnia sydera in unius sphæræ superficie partim fixa manere simulque ferri, partim oberrasse videantur. Cæterum de veritate systematis vix quoque certi esse possint nisi oculis cernere detur planetarum mutabiles figuras et magnitudines, pro varia expositione ad solem, varioque spectantium intervallo. Ut vel videndi sensum multo quam nos acutiorem nacti sint, vel vitrorum aut speculorum auxilio nostris telescopijs non absimili adjuventur.

§ 17. Quid si barbariem et ignorantiam non exuerunt, ut nostri Americani? nonne cum ad hos respicimus videtur Deo tantum propositum fuisse ut vita fruantur homines, et naturæ bonis voluptatibusque, scientiarum autem investigationem præter naturam paucos affectasse. Hoc vero dici nequit. Prævidit enim et ad hæc homines ingeniosos exorituros, ut coelestia scrutentur, artes vitæ utiles reperiant, mare navigent, metalla effodiant. Possetne enim quicquam horum præter mentem magni illius opificis accidere? Imo vero an non horum gratia rationis usum homini dedisse dicendus. Nam si tantum ad hoc factus esset ut viveret et voluptatibus frueretur quas et bestiæ plerasque percipiunt, cur tam capax artium et inventionis ingenium concessit? cur supra bruta eum sapere voluit?

[15]) À la p. 721 du „Cosmotheoros" Huygens réfute longuement (comparez le § 8 qui precede) l'objection du texte pour autant qu'elle se rapporte à la construction d'yeux. Voyez aussi notre observation sur cette réfutation à la p. 659.

Quare si hæc prævidit, etiam hominum natura ea continentur, nec poterunt artium et scientiarum studia præter naturam existimari. Si autem hic sunt secundum naturam et ex Dei beneficio, etiam in cæteris istis Planetarum terris eadem ratione existent. Et vel perfectiora et cumulatiora in ijs qui magnitudine et comitatu excellunt.

---

§ 18. His itaque omnibus instructos esse Planeticolas necessarium quodammodo videtur, si quidem rerum coelestium cognitione perinde ac nos fruuntur, quod quidem probabile esse paulo ante ostendimus.

Unum tamen hoc non leviter obstat, quod apud nos Terricolas tam rari reperiantur astronomiæ studijs eruditi, nec multo plures qui agnoscere cupiant quæ astronomorum diligentia in lucem protulit. Primum enim Europa e quatuor orbis partibus sola est, ubi scientia hæc excolatur, nam astrologiam illam divinatricem in qua passim Asiæ populi delirant, nihili esse neque hic nominandam, nemo sanus negabit [16]. At in Europæ regionibus ne unus quidem è centum millibus hominum hæc intelligit aut scire curat. Cur igitur tam paucis data est harum rerum notitia si hominum generi destinabatur? Cur etiam tam sero contigit tot elapsis sæculis quibus vel nulla vel falsa rerum coelestium scientia fuit. Nondum enim 80 anni præteriere ex quo verus ac simplex planetarum motus, rejectis Epicyclorum figmentis, a Keplero deprehensus fuit [17]. Hinc videri potest non esse hominum contemplationi qui aut hic aut in planetis habitant expositam motuum coelestium cognitionem, sed Deum sibi ipsi hanc reservasse, dignam magnitudine sua.

Attamen cum aliquibus licet paucissimis inter homines intelligendi vim ac solertiam ad paranda huic cognitioni necessaria concesserit, negari non potest etiam generi humano scientiam istam fuisse destinatam. Non enim tale hoc est ut Deus non præviderit futurum. Quin etiam non paucis hæc impertiri voluisse dici potest, si sæculorum multorum tempora cogitemus, etsi unoquoque sæculo paucis tantum. Fortasse etiam inter initia tantum adhuc versamur, tractuque temporis longe frequentior evadet harum rerum notitia.

---

[16]) Comparez la Pièce I qui précède („De probatione ex verisimili”).

[17]) En 1690 — mais voyez la note 1 de la p. 539 qui précède — 81 années s'étaient écoulées depuis l'apparition de l'„Astronomia nova” de Kepler. En disant „nondum 80 anni” Huygens s'en tient peut-être à une feuille séparée antérieurement écrite sur le même sujet. Voyez aussi sur les „80 anni” la note 42 de la p. 738 qui suit.

§ 19 [18]). O quam admirandum ſpectaculum contingeret ad planetarum aliquem accedenti. Nam hactenus de ijs fere tantum diſſerui quæ ſimilia noſtris rebus apud illos extare credi poteſt. Jam vero ſi ulterius id quod initio adſumptum fuit perſequamur nihilo minori varietate terras iſtas exornatas eſſe quam noſtram hanc, nec inventa apud illarum incolas, ſive ad vitæ commoda, ſive ad animi oblectationem ſpectantia aut pauciora noſtris aut ijs poſtponenda vigere, quam multa nobis nova illic aſpiceremus. nam dubitari non poteſt quin plurima ipſis deſint quibus nos fruimur. Cumque hæc alijs penſari jam ante concluſerim [19]), quam mira, nec unquam cogitationi noſtræ obſervata, in iſtis regionibus ſeſe offerent. Quod ita optimè intelligetur, ſi Jovis aut Saturni incolarum aliquem ſingamus ad hanc terram noſtram duce genio aliquo, aut Mercurio, delatum, certoque ſtatuamus non majori ſtupore atque admiratione eum affectum iri ob rerum novitatem, quam ſi e nobis aliquis in planetarum iſtorum globos deducatur. Placet verò ad ſingula quæque quæ ita peregrinanti occurrent attentum inducere, ut multitudinem rerum noſtrarum, quibus illæ quæ in Planetis ſunt concedere non debent, ſimul comprehendamus. Etſi enim non paucas utrobique communes ſimileſve eſſe oſtenderimus, tamen et in his plerumque tantum diſcriminis ſupereſſe credibile eſt, ut curioſum ſpectatorem detinere valeant. Quanta diverſitas enim jam in animalibus et plantis americanis ad noſtra collatis!

§ 20. Sunt quædam univerſalia ut mihi videtur. Velut aqua et pluviæ ad nutriendas arbores et herbas, quia et optime eſt ratio ſic inſtituta, et vix aliter potuiſſe videtur. Si enim liquidum quidem elementum haberent, ſed e quo Solis aut intrinſeco terræ calore nihil ſurſum attolleretur qualis hydrargyri noſtri natura eſt, quodnam alimentum haberent ſtirpes paulo altioribus terrarum iſtarum partibus creſcentes? an potius nullæ ibi creſcerent, atque ita tota fere terra nihil alimenti animalibus præſtaret! Imo et arbores et herbæ univerſale quid videri poteſt, quorum tot mille genera, eadem tamen oeconomia radicibus validè retinentur, quarum ſibris terræ humiditatem attrahunt eaque ſola augentur.

---

§ 21. Novum prorſus in Philoſophia, et noſtro ſæculo demum aut inventum aut confirmatum eſt dogma, mundorum ſeu terrarum in mundo multitudo. Nam apud antiquos philoſophos, Democriti et Philolai [20]) temporibus, ſuſpicio quidem erat,

[18]) Comparez la Pièce III qui suit („Insolitum spectaculum peregrino ex Jove advenienti").
[19]) § 10 qui précède.
[20]) Philolaus, le pythagoricien bien connu de qui Platon est dit avoir acheté ses écrits ou plus généralement des livres pythagoriques: voyez la note 25 qui suit.

veritas autem incerta, nondum astronomicis rationibus Systema Circumsolarium Planetarum ordinantibus ac per consensum phænomenorum comprobantibus. Hoc enim a Copernico primum præstitum: Telescopiorum verò invento summâ evidentiâ patuit. Hinc porro tota Philosophiæ ratio commutata est quodammodo, cum verè demum nunc sciamus qui simus et quæ mundi particula. Nimirum animalcula quædam in superficie unius e globis circa solem ambientibus discurrentia; cujusmodi soles proculdubio totidem sint quot fixa, quæ dicimus, sydera apparent, imo quot per immensa spatia existunt. Admodum enim probabile non nisi pauculas ex incomprehensibili multitudine nobis conspici [21]). atque hoc insuper probabile, unicuique ejusmodi soli suas esse terras asseclas [22]). Tales ergo cum nos esse cogitamus, aliud prorsus esse cognoscimus quam veteribus plerisque sapientibus existimabamur, quibus Terra hæc nostra duarum præcipuarum mundi partium una videbatur, altera coelum. Etiam ratione præditorum alia deos alia homines esse. His vero regendis præcipuè deos istos, aut mundi opificem occupari. At nostra hæc nova mundi notitia quam longe infra istorum æstimationem nos collocat! quamque simul supra ipsos intelligentia effert, qui errorem istum deprehendere potuerimus. Quanto vero etiam majorem Dei conceptum præbet, tot ac tam variarum rerum creatoris, quas ijs legibus eaque arte constituerit ut veluti machinæ totidem affabre confectæ sponte moveri quantocunque tempore possent, nihilque ijs accideret quod non ipse prævidisset.

Quis autem vel in his Solibus, Terris, lunisque totum Dei opus consistere dixerit, cum innumeras alias res in infinito spatio efficere potuerit quæ cujusmodi sint nulla ratione excogitare queamus [21]). Imo cum hoc immensæ et incomprehensibili isti Naturæ magis conveniat, ut longe plura ulterioraque operetur, quam quæ vel suspicari possit imbecillitas nostra.

---

§ 22. Principium hinc. Fuisse viros graves et sapientes qui his meditationibus vacarint. Anaxagoras [23]). Democritus [24]). recentius Cardinalis Cusanus qui planetas stellasque habitari opinatus est [23]). Plutarchus gravis in primis author in libro de facie in orbe Lunæ [25]).

---

[21]) Comparez le dernier § des „Pensees meslees" qui précèdent.

[22]) Voyez ce que nous avons dit sur Giordano Bruno à la p. 536 de l'Avertissement.

[23]) Comparez le § 45 des „Pensees meslees".

[24]) Comparez le § 55 des „Pensees meslees".

[25]) Le 15 février 1692 Fatio de Duillier écrira à Huygens (T. X, p. 257): „Monsieur Newton croit avoir decouvert assez clairement que les Anciens comme Pythagore, Platon &c. avoient toutes les demonstrations qu'il donne du veritable Systeme du monde, etc.".

Dans une note à cette lettre Huygens cite Plutarque de facie in orbe lunæ, et nous avons

§ 23. En marge: Quid cum ad geometricorum inventorum ſubtilitatem logarithmos algebræ mirabilia: hæc cum cogito vix mihi perſuadere queo, talia apud Jovis aut Saturni habitatores reperiri [26]). cum nec in noſtra ſphæra niſi paucis regionibus hæc nota ſint. Quod ſi tamen iſti ingenio nos ſuperent, quidni et hæc et alia præterea eruerint! aut ſi non eadem, tamen alia et noſtris meliora. Geometria tamen ubique eadem eſt neceſſario. itemque muſicæ toni!

---

imprimé en cet endroit, dans la traduction d'Amyot, le passage auquel il fait allusion (voyez aussi la p. 251 du T. XVI).

La réponse de Huygens à la lettre de Fatio ne nous était pas connue en ce temps. Nous venons maintenant (mai 1942) d'en recevoir une reproduction photographique. La réponse est du 29 février 1692 et Huygens s'y exprime comme suit:

Monſieur Newton fait bien de l'honneur aux Pythagoriciens de croire qu'ils aient eſtè aſſez bons geometres pour trouver de pareilles demonſtrations a celles qu'il a données touchant les Orbes Elliptiques des Planetes. Pour moy j'ay de la peine à croire qu'ils ayent ſeulement connu le mouvement de Mars, Jupiter et Saturne au tour du Soleil [voyez sur le mouvement de Mercure et de Vénus autour du soleil la note 10 de la p. 651 qui suit], et la proportion de leurs cercles; parce que Platon ayant achetè les Eſcrits de Philolaus [ce fait est mentionné par Diogène de Laërce. De vitis dogmatis et apophtegmatis eorum qui in philoſophia claruerunt, VIII. 84. 85: Φιλόλαος Κροτωνιάτης Πυθαγορικός. παρὰ τούτου Πλάτων ὠνήσασθαι τὰ βιβλία τὰ Πυθαγορικὰ Δίων γράφει]. y auroit trouvè tout le Syſteme Copernicain s'il y euſt eſtè, et ne s'en feroit pas teu. Mais quant à la vertu centrifuge qui contrebalance la peſanteur j'en remarquay ces jours paſſez quelque veſtige dans Plutarque au Traitè de facie in Orbe Lunæ, où il dit que la peſanteur de la Lune ne la fait pas deſcendre vers la Terre, parce que cette peſanteur eſt effacée par la force de ſon mouvement circulaire, ſemblable à celle qu'on ſent quand on fait tourner une pierre dans une fronde. Cela vient apparemment de quelque plus vieux philoſophe.

On voit que Huygens connaissait et appréciait le traité de Plutarque déja en 1690; a moins que ce que nous appelons ici le § 22 n'ait été ajouté plus tard, ce qui ne nous semble pas être le cas.

Nous observons encore à propos de Newton que dans son „De mundi systemate" de 1728 celui-ci dit (p. 1.) que déjà Philolaus pensait généralement „Planetas . . circa Solem revolvi" et la terre parmi elles; il ajoutait: „Ab Aegyptiis autem astrorum antiquissimis observatoribus propagatam esse hanc sententiam verisimile est". C'est ce qu'on ne croit plus aujourd'hui. Voyez sur les Egyptiens la note 10 de la p. 651 déjà citée plus haut.

[26]) Comparez le § 10 qui précède.

III.

QUOD ANIMALIUM PRODUCTIO, PRÆSERTIM HOMINUM, PRÆCIPUUM SAPIENTIÆ INTELLIGENTIÆQUE DIVINÆ SIT OPUS [1].

§ 1. Non expendendam molem rerum creatarum in judicanda præstantia. Terræ ingens moles et globi planetarij solisque ipsius et stellarum nihil comparandum hac in parte habent cum minimo animale aut insecto [2]. Etsi enim ordo ille rerum coelestium, et constans ac tamen varius motus, eam pridem admirationem in animis hominum peperit ut non authorem tantum sed et præsidem et motorem assiduum Deum hinc agnosci crederent, id nunc non ita necessario opinandum videtur, cognita motuum istorum natura simplici seque ipsum sustentante. Semel enim conglobata et in suis orbibus agitata hæc corpora (a potente nimirum opifice) sponte sua circuitus inceptos continuare potuerunt. In terræ autem regionibus magna quidem sunt hæc omnia, mare fluvij montes sylvæ, nec parvam utilitatem nobis præbent. Sed quoniam prorsus irregularis horum omnium est situs [3], ut in sphæris geographicis apparet, magis potentiæ quam intelligentiæ divinæ operationem præferunt. Sed cum animalium genus intuemur, hic sive ad artificiosam membrorum compaginem attendimus sive ad sensuum mirabilem perceptionem sive ad generationis mysteria; ubique subtilissimæ scientiæ et perfectissimæ artis indicia intuemur, ut vel ex sola oculi geometrica constructione ostendi potest, qui præter summam geometriæ subtilitatem tam insigni industria ad motum illum materiæ æthereæ quæ lucem efficit attemperatus est, ut nihil minus unquam homini in mentem venire potuisset, quam talis inventi idea [4]. Si vero ad interiora mentis humanæ attendamus [5], quanto intervallo quæ huic insunt, rebus omnibus corporeis, artificijsque ex mechanica et geometria petitis præstant. ut memoria, intel-

---

[1]) Manuscrit G, f. 40—42.

[2]) Comparez la fin du § 2 de la Pièce „Que penser de Dieu?" qui précède. Et aussi la note 8 de la p. 516 du T. XVII (lettre de Gassendi).

[3]) Comparez la fin de la Pièce „De rationi impervijs" qui précède.

[4]) Comparez, à la p. 799 du T. XIII, la fin de l'article „De l'oeil et de la vision" qui peut fort bien dater également de 1690.

[5]) Comparez ce que Huygens dit déja en 1653, p 135 du T. XIII, sur l'impossibilite de comprendre comment la „pictura visibilium . . . ad cerebrum mentemque nostram perferatur".

lectus, rationum collectio, voluptatis sensus. Quæ sunt ejusmodi, ut longissime captum nostri ingenij limitesque excedant.

Cum igitur inter opera Dei excellat cæteris animalium hominumque formatio, non est verisimile in una hac Terra nostra primarium hoc opus molitam esse providentiam, in cæteris nihil tale, sed ea tantum in quibus nullius exquisiti artificij vestigium appareat.

§ 2. Ratione non posse concipi unde animalia aut quomodo creata [6]).

§ 3. Quid quod ex his quæ ad animalia hominesque attinent suprema illa intelligentia ac providentia necessaria quadam ratione deducitur, cum reliqua omnia quæ tum in terra tum in coelo intuemur ex atomis motuque eorum oriri potuisse pertinax aliquis Epicuri sectator ostensurus sit. Sed ijdem cum ad animalia ventum est, frustra se torquent, et, nisi desipiant, digitum Dei in his se agnoscere consiteri debent in quibus omnia ad destinatum finem tam providè disposita apparent. Quis enim tam impudens ut aves volare dicat quia alatæ sunt, non autem datas esse alas ut volent [7]) (en marge, biffé: nec fruges aut cætera omnia quibus nutrimur eâ gratiâ creata esse, sed nos ijs vesci, quod ad alendum apta invenimus).

§ 4. In easdem fere angustias novi philosophi sese conjiciunt [8]). Cum enim potentiam divinam tantummodo ad motum materiæ imprimendum mutuatur [9]), cujus motus vi ac legibus formari docet [9]) Soles Terrasque et in his omnia fere quæ cernimus, etsi nimia plerumque audacia; nihil prorsus de bestiarum aut hominum, aut minimorum denique insectorum origine attingit [9]); neque id mirum, quoniam nequaquam intelligi potest, ex semel ita concitatis materiæ particulis ejusmodi quid quale est animal conflatum iri quod illi [10]) ingenuè fateri debuerant [10]) eoque nihil hic sibi liquere [11]).

§ 5. Ad hæc igitur peculiaris quædam Dei opera requirebatur, quæ quo pacto sese exercuerit dum tot varias vivorum animalium formas molitur atque in Terram per-

---

[6]) Comparez le § 7 de la p. 514.

[7]) Comparez ce que dit Leibniz dans son Discours de Métaphysique de 1686, savoir qu'il faut „s'éloigner des phrases de quelques esprits fort pretendus qui disent qu'on voit parce qu'il se trouve qu'on a des yeux, sans que les yeux aient été faits pour voir".

[8]) Huygens avait d'abord écrit: sese Cartesius conjicit.

[9]) Huygens a oublié de corriger „mutuatur" en „mutuantur", „docet" en „docent" et „attingit" en „attingunt".

[10]) Ici le singulier a été corrigé en pluriel.

[11]) Comparez l'Appendice IV au „Cosmotheoros".

ducit id verò omnium rerum quas unquam ſcire optavi ſupremum eſt et maximum. Hic tantum voluntatem ac potentiam Dei Moſaica hiſtoria adducit, cum juſſu ejus cuncta exorta eſſe narrat. Nec quicquam ulterius aut ratio aut conjectura humana perveſtigare potuit aut poterit unquam.

Ici ſont intercalées les citations des Dialogues de la Mothe le Vayer que nous publions comme Appendice aux préſentes Pièces et dont nous avons parlé dans l'Avertiſſement.

§ 6. Quid hic philoſophi? Auſi ſunt nonnulli æternum mundum æternamque hominum progeniem ſtatuere, quo et atomorum confluxum et providentiam excludunt [12]). Nam ſi quid ab æterno fuit, id nullum ſui authorem habere poteſt, cum duorum æternorum neutrum altero prius aut diutius extiterit. Adverſus hos multa afferri ſolent. quædam etiam ex Terræ ipſius natura et mutabili facie. Mihi hoc novum ex philoſophia petitum argumentum cæteris præſtare videtur.

Quæcunque certo modo ſe habent, cum *natura ſua* (leçon alternative: cum appareat nihil obſtare quin) aliter quoque ſe habere potuiſſent, ea cauſam habere ex qua ſint qualia ſunt. Itaque fuiſſe tempus cum talia non eſſent, ac proinde non fuiſſe talia ab æternitate [13]).

Terra ſphæræ formam habet cum aut cylindri aut cubi habere potuerit. (En marge: Cryſtalli forma hexagona). Aliqua igitur cauſa fuit quæ in iſtam formam eam compegerit. Fuit igitur prius materia ejus, ac proinde non ab æterno tempore extitit hic terræ globus. Planetæ circa Solem omnes in eandem partem circumeunt, cum potuerint aliqui in contrariam ferri [14]). Eſt ergo cauſa quædam quæ omnes iſtos circuitus conſiſtere coegit. Ergo non eſt ab omni æternitate ſyſtematis hujus ordo. Terræ moles quinquageſicupla eſt magnitudinis Lunæ. cur non centupla, aut æqualis duntaxat, niſi quia tanto major materiæ copia ad formandam terram confluxit. Non igitur ipſe globus ab æterno.

---

[12]) Il est bien connu qu' Aristote opine pour l'éternité du monde (comparez la note 48 de la p. 363 qui précède) et qu'Epicure et Lucrèce parlent d'un „confluxus atomorum" fortuit (comparez le § 3 qui précède et la note 49 de la p. 364); tandis que la création du monde par une „providentia" eſt la thèse biblique à laquelle Huygens se rallie.

[13]) Comparez le § 41 des „Pensees meslees".

[14]) On voit bien ici — consultez la p. 437 qui précède — que Huygens n'est plus partisan du vortex deferens solaire, mais plutôt des tourbillons multilatéraux de son invention à lui; lesquels il ne mentionne cependant nulle part dans la présente Pièce: comparez la Pièce V de la p. 577 qui suit.

§ 7. At veritates geometriae [15]).

Ici Huygens se montre, peut-on dire, Pythagoricien et Platonicien. Voyez le début de notre Avertissement. Mais consultez aussi les l. 14—16 de la p. 668 qui suit.

---

§ 8. At si spatium mundi tibi proponas, non potes cogitare id aliter quam uno modo se habere posse; esse nimirum extensum in infinitum. Hic igitur nulla causa accersenda est quæ tale effecerit, nihilque proinde ex hoc axiomate obstat quo minus semper fuerit [16]).

§ 9. Terræ vero rotunditas nihilo minus causam habet, quam aut aquæ gutta aut bullæ pueri ex aqua sapone mixta. Quamobrem sicut hæ ita et terra fuit ex materiæ portione quadam in sphæram coacta. Itaque ante formata fuit quam animalia aut arbores in eam imponerentur. At quomodo hoc factum aut **quo progressu?** dicant si possint philosophi.

Parmenides ex Sole [17]), at ex terra fere omnes: vix enim dici possit aliunde advecta esse. Sed quomodo ex terra? Nam forma animalis ex luto effecta qualem hominem a Prometheo fabulabantur immensum distat ab eo quod est animal ossibus musculis nervis oculis totque alijs intus innumeris partibus compositum. An ut Tages ille [18]) e Terræ sulco homines primi emerserunt? Longum esset commenta omnia populorum hic referre, in quibus nihil est quod aliquam veri speciem habeat. Putarunt quidam ex limo Aegypti mures generari, quod si ita esset, possent et elephanti et homines. Sed illud haudquaquam credibile est, ex terræ particula utcunque aquæ mista tanti artificij automaton existere jamque satis perspectum est et experimentis compertum omnia ex semine nasci, imo insecta quoque. Quod si mures, cur non continuè aliæ atque aliæ formæ animalium e terra gignuntur? aut cur non omnis Aegypti limus in mures vertitur?

Fatendum est itaque postquam Terræ globus coaluit, mirabili quadam ratione nec nobis intelligibili, animalia et in his homines formatos esse. Vix dubitandum quoque

---

[15]) Comparez la fin du § 23 de la Pièce II qui précède: „Geometria ubique eadem est necessario”.

[16]) Comparez sur l'infinité du temps et de l'espace le § 2 de la Pièce „De rationi impervijs”.

[17]) Dans son „De vitis” etc. Diogenes Laertius dit en parlant de la doctrine de Parmenide (IX. 22): γένεσιν τε ἀνθρώπων ἐξ ἡλίου πρῶτον γενέσθαι· αὐτὸν δὲ ὑπάρχειν τὸ θερμὸν καὶ τὸ ψυχρόν, ἐξ ὧν τὰ πάντα συνεστάναι. D'après Parménide, nous semble-t-il, les hommes ne proviennent pas du soleil mais ont été primitivement engendrés ici-bas par la chaleur solaire.

[18]) Cicero, de Divinatione II, 50; „Tages quidam dicitur in agro Tarquiniensi cum terra araretur extitisse repente . . . . ut in libris est Etruscorum”.

quin animantium hominumque collocandorum gratia Terra fuerit condita. Ergo et Planetæ reliqui non abſimili fine; nec ab ijs præcipuum illud præſtantiſſimumque Dei opus abeſſe putandum. Quum etiam ſibi placuiſſe videtur natura in tam diverſis animalium formis reperiendis!

IV.

INSOLITUM SPECTACULUM PEREGRINO EX JOVE ADVENIENTI [1]).

§ 1. Quam insolitum igitur primo spectaculum Peregrino nostro ex Jove advenienti Solis orbis tanto major apparens, tantoque lucidior quam in sua Terra eum viderit, sit enim diameter quintupla, discus et calor vicies et quinquies major. Quid longitudo dierum. nam in Jove 5 horarum dies omnes sunt, et ijs pares noctes. Quid æstatis et hyemis vicissitudo, quæ Jovialibus nulla est. Quid arbores et herbæ omnes penitus diversæ. quid urbes palatia Turres tantæ a tantillis animantibus exstructæ. Quæ admiratio nunquam visorum animalium in Terra gradientium, volucrum, piscium, et diversitatis tantæ in his singulis, ut Equi, Cervi, Elephanti, Histricis, Testudinis, Serpentis, Aquilæ, Vespertilionis, Struthiocameli, Pavonis, Ceti, Crocodili, Canari, Ostrei, Rajæ, Anguillæ. Sed præcipue ejus animalis quod nusquam non occurrit, quod cæteris dominatur, quod intelligentia præcellit, quod plurimis eorum vescitur, alijs inequitat aut ad currus jungit. Quid miram vestium varietatem? Quid de hominis forma, facie incessu cursu dicturus. Quam maximam in muliere pulchritudinem ne perciperet quidem. Sed ubi ad penitius inspiciendas res hominum a Duce suo Mercurio quantam opus est perspicaciam intelligentiamque accepisset, quantopere loquendi facultatem admiraretur si tamen hanc apud suos non ante cognoverat.

Quidve ei videretur scribendi inventum, ad significanda quæque procul absentibus, vel ad rerum gestarum et omnis vetustatis memoriam conservandam. Quid geometriæ et arithmeticæ rationes quibus solis syderumque et ipsius Jovis distantias investigamus. Etsi enim ostenderimus ante, probabili conjectura. non deesse planetarum incolis tales quaspiam artes, multa tamen horum aliter apud nos sese habere quis non existimet? Quid machinas et instrumenta varia? quid horologia automata, quid telescopia.

Quid in solis navibus eorumque usu tot accumulata inventa, funes trochleæ quibus tanta moles ab hominibus regatur. Vela quibus vel per adversos ventos eluctantur (autre leçon: iter moliuntur). Clavus, Pyxis cum acu magnetica, Paralleli cognitio ex observatione Solis.

Quid pulveris nitrati vim horribilem in tormentis aeneis, et diruptione sphærarum concavarum è ferro.

Quid bella ipsa et mutuam internecionem hominum. Quid industriam in materia variorum metallorum, ligni, lapidum, lanæ, corij ad usus nostros adaptanda, quid in-

---

[1]) Comparez le § 19 de la Pièce II qui précède.

ſtrumenta fabrilia ſerras limas dolabras terebras, tornum. quid linteorum ex herbis, quid vitri materiam tantamque in ea formanda dexteritatem. quid ſpecula et in ijs reflexas imagines. quid ſerici ex vermium telis textura. frumenti ſatio, vina ex condito uvarum ſucco. quid ſpiritum vini inflammabilem. quid lumina nocturna cereorum et candelarum. Quam in his omnibus humani ingenij ſagacitatem ſuſpiceret. quamque rurſus providentiæ divinæ profunditatem in varijs generandi modis, in ſexuum differentia, utque animalia terreſtria fere intra corpora ſua foetus aliquo uſque nutriant, deinde in lucem editos lactent; avium genus ova pariat, quæ inſeſſa pullos edant. Piſces ovorum item ſed minutorum myriades ejiciant quæ marium ſemine contacta non alio quam aquæ tepore excludantur. Quam diverſam etiam ab his inſectorum ortum et mutationem adverteret, ex ovo erucam aut vermiculum, ex his aureliam [2]), ex hac contracta poſt longam quietem muſcam aut papilionem, ex quibus rurſus ova.

Horum partim in Jove ſe vidiſſe ſimilitudinem aliquam meminiſſet, partim nova penitus aſpiceret.

§ 2. Nos vero cunctis his ſimul ſumptis (leçon alternative: in unum collectis), nihilo pauciora aut deteriora in illo Planeta extare exiſtimabimus, ſi ſuperius dicta recordemur, imo et plura et meliora in tanto majori Terra ineſſe non abſque ratione ſuſpicabimur.

Multa apud illos eſſe quæ nobis in mentem venire nequeunt. Aliqua vero eſſe quæ noſtris partim aſſimilentur, partim ab ijs diverſa ſint. Gravitate fere eadem in Jove atque hic prædita ſunt corpora ut ex Newtoni et noſtro calculo efficitur [3]). eoque pari celeritate decidunt. Poteſt tamen aer apud illos craſſior graviorque eſſe, magiſque corporum motui reſiſtere. Poteſt aqua eſſe noſtra gravior aut levior. Minus autem liquida aut perſpicua eſſe non poteſt, quin et minus pulchra ſit minuſque utilis. Nubes in Jove ſatis perſpicue deprehendimus ex mutatione frequenti macularum ac zonarum quarundam cætero corpore obſcuriorum.

Poſſunt animalia noſtris majora eſſe, fortaſſe vero minora. nam neque in dierum longitudine proportio globorum ſervata fuit. Poſſunt plura genera eſſe ratione utentium. Poſſunt non veſci animalibus ſed fructibus quos terra largitur. Poſſunt minus tumultuoſe degere quam noſtræ gentes, quanquam videri poſſit paupertas et incommodorum arcendorum neceſſitas plurimis inventis originem dediſſe.

Formas vero tum animalium tum arborum ac plantarum omnes a noſtris hiſce diverſas eſſe credibile eſt, cum in Americæ regionibus vix ulla reperta ſit ſimilis Europeis, niſi avium quarundam quæ per aerem aut hinc eo tranſierunt aut inde ad nos.

---

[2]) Huygens désigne apparemment par „aurelia" — mot qui nous est inconnu — la nymphe ou chrysalide. On pourrait conjecturer qu'il cite de mémoire un mot de Columella („Rei rusticæ libri" IX, 3,2) lequel parle de „apes ex aureolo varias".

[3]) Voyez sur ce sujet les p. 408—412 qui précèdent.

Animalia quæ iſtic ſunt ratione prædita, manibus carere non poterunt, vel non multum diſſimili membro, quas tam neceſſarias exiſtimavit philoſophus quidam — en marge: Anaxagoras. vide Plutarchum de amore fraterno, principio — ut in his cauſam reſpiceret hominum ſapientiæ [4]). Hoc voluit puto, abſque ijs homines ad cultum animi ſcientiamque et rerum cognitionem non fuiſſe perventuros. Finge enim pro manibus datas ungulas quales equis, aut bubus; nunquam nec oppida nec domos etiamſi ratione inſtructi exædificaſſent, nihil de quo loquerentur habuiſſent niſi de ijs quæ ad pabulum et conjugium attinent, omni ſcientia caruiſſent, omni rerum memoria; denique a beſtijs parum abfuiſſent [5]).

---

[4]) Plutarque cite en effet Anaxagore au début de son Traité „De amore fraterno" ou Περὶ φιλαδελφίας. Nous y lisons: „Atqui exemplum usus fraterni natura non longé a conspectu removit: sed in ipso corpore pleraque necessaria ſecit duplicia, germana, & gemella, manus, pedes, oculos, aures, nares, eo significans, omnia hæc salutis & mutui auxilij, non dissidij causa & pugnæ sic esse divisa. Ipsasque manus in multos atque inæquales scissas digitos omnium instrumentorum accuratissimé & artificiosissimè paravit: adeo ut Anaxagoras ille priscus humanæ sapientiæ causam manibus imputaverit".

[5]) Ce passage, à partir du mot „Finge", se retrouve presque textuellement dans le „Cosmotheoros": voyez la p. 739 qui suit.

APPENDICE I

AUX RÉFLEXIONS SUR LA PROBABILITÉ DE NOS CONCLUSIONS ETC.

Des dialogues de la Mothe le Vayer.

Anima a corpore ſemota neque amat neque reminiſcitur. Ariſtoteles, l. 1 et 3 de anima cap. 6 [1]).

Papa Gregorius magnus [2]) libros Ciceronis legi vetuit [3]).

Baſilides ſoutenoit qu'il n'y avoit rien d'incorporel. Sextus Empiricus, 7, adverſus Mathematicos [4]).

τοιος γαρ νοος ἐστιν ἐπιχθονιων ἀνθρωπων
οἱον ἐπ ἠμαρ ἀγησι πατηρ ἀνδρων τε θεων τε Philos. ſceptique [5]).

Pauci illam quam conceperunt mentem domum perferre potuerunt. Seneca ep. 109 [6]).

---

[1]) Dialogues II, p. 28 (Dialogue de l'ignorance louable). Les passages cités d'Aristote sont les suivants. Περὶ ψυχῆς I, 4 (ed. J. Bekker, Berlin, C. Reimer, 1831, Vol. I, p. 408*b*): *καὶ τὸ νοεῖν δὴ καὶ τὸ θεωρεῖν μαραίνεται ἄλλου τινὸς ἔσω φθειρομένου, αὐτὸ δὲ ἀπαθές ἐστιν. τὸ δὲ διανοεῖσθαι καὶ φιλεῖν ἢ μισεῖν οὐκ ἔστιν ἐκείνου πάθη, ἀλλὰ τουδὶ τοῦ ἔχοντος ἐκεῖνο, ᾗ ἐκεῖνο ἔχει. διὸ καὶ τούτου φθειρομένου οὔτε μνημονεύει οὔτε φιλεῖ.* — Περὶ ψυχῆς III, 5 (Bekker, Vol I, p. 430*a*): *χωρισθεὶς δ' ἐστὶ μόνον τοῦθ' ὅπερ ἐστί, καὶ τοῦτο μόνον ἀθάνατον καὶ ἀΐδιον. οὐ μνημονεύομεν δέ, ὅτι τοῦτο μὲν ἀπαθές, ὁ δὲ παθητικὸς νοῦς φθαρτός, καὶ ἄνευ τούτου οὐθὲν νοεῖ.*

[2]) 590—604.

[3]) Dialogues II, p. 25 (Dialogue de l'ignorance louable).

[4]) Dialogues II, p. 41 (Dialogue de l'ignorance louable). C'eſt au § 258 du livre VIII „Adversus mathematicos" que Sextus Empiricus parle de *οἱ περὶ τὸν Βασιλείδην, οἷς ἔδοξε μηδὲν εἶναι ἀσώματον.*

[5]) Dialogues I, p. 17 (Dialogue de la philosophie sceptique). Citation d'Homère (Odyssée XVIII, 136—137):

τοῖος γὰρ νόος ἐστὶν ἐπιχθονίων ἀνθρώπων,
οἷον ἐπ' ἦμαρ ἄγησι πατὴρ ἀνδρῶν τε θεῶν τε.

Sextus Empiricus cite ces vers „Adversus mathematicos" VII, 128.

[6]) Dialogues, même endroit. C'eſt dans la lettre 108 que se trouvent les paroles citées dans l'édition de 1914 (Lipsiæ, Teubner) par O. Hense de „L. Annaei Senecæ ad Lucilium epistularum moralium quæ supersunt".

Le P. Paolo s'eftoit imaginè que le genre humain eftoit originaire de quelques Tritons et femmes marines [7]). Mais d'ou eft ce qu'il penfoit que ceuxcy fuffent venus?

Non enim oportet opiniones mortalium eafdem femel aut iterum, aut juxta quempiam parvum numerum redire dicamus, fed infinities. Ariftoteles, l. 1. Meteor. c. 3 [8]).

Parce que quand Epicure dit Non accedet ad rempublicam fapiens, nifi fi quid intervenerit, c'eft le mefme qu'a prononcè Zenon, Accedet ad rempublicam nifi fi quid impedierit. Car en effet l'un et l'autre enfeignent la retraite [9]).

Invenerunt quemadmodum plus quies illorum hominibus prodeffet quam aliorum difcurfus et fudor. Cicero [10]).

Ella non potrebbe credere quanto ho perduto dopo che attendo à quefte canzoni politiche, cofi nella fanita, come nella compofitione dell'animo, e nella vivezza del cervello. Ma anco il noftro effere è una leggerezza, e conviene paffarfi in rifo il doverlo perdere. Ex epift. P. Paolo. [11]).

Plufieurs ont cru avec S. Auguftin (en marge: non pas) et avec le fubtil docteur l'Efcot [12]), que les femmes ne participeroient à la refurrection generale, qu'en changeant de fexe, et perdant le feminin pour le viril [13]).

Mulier tum demum eft bona, cum apertè eft mala [14]).

---

7) Dialogues I, p. 147 (Le banquet sceptique). Voyez sur le Père Paolo la note 25 de la p. 538 qui précède.

8) Dialogues II, p. 196 (Dialogue de l'opiniastreté).
Le passage cité d'Aristote, se trouvant à l'endroit indiqué (éd. Bekker, Vol I. p. 339*b*) est le suivant: *οὐ γὰρ δὴ φήσομεν ἅπαξ οὐδὲ δὶς οὐδ᾽ ὀλιγάκις τὰς αὐτὰς δόξας ἀνακυκλεῖν γινομένας ἐν τοῖς ἀνθρώποις ἀλλ᾽ ἀπειράκις.*

9) Dialogues II, p. 247 (Dialogue de la politique).

10) Nous n'avons pas réussi à trouver cette citation (?) dans les Dialogues.
Huygens peut l'avoir ajoutée de son crû. D'aprés les lexiques, consultés in vocibus „discursus" et „sudor", Cicéron ne s'est d'ailleurs jamais exprimé dans ces termes.

11) Dialogues II, p. 252 (Dialogue de la politique).

12) Il s'agit de Johannes Scotus Erigena (neuvième siècle).

13) Dialogues II, p. 408 (Dialogue du mariage).

14) Dialogues II, p. 406 (Dialogue du mariage). De la Mothe le Vayer n'indique pas d'où il tire cette citation.

Matrimonium vocatur unius adulterium. Seneca. 3. de benef. c. 16 [15]).

Epicure nommoit les beftes, fpecula naturæ. Cicero 2 de fin. [16]).

Nullus enim philofophus hactenus demonftravit animam hominis effe immortalem, nulla apparet demonftrativa ratio, fed fide hoc credimus et rationibus probabilibus confonat. Card. Cufanus, en expliquant les paroles du ch. 3 de l'Ecclefiafte vers la fin. Quis novit fi fpiritus filiorum Adam afcendit furfum &c. [17]). Huygens écrit par erreur Card. Cufanus au lieu de Card. Cajetanus (également antérieur à Defcartes).

De las cofas mas feguras
la mas fegura es dudar [18]).

---

[15]) Dialogues II, p. 443 (Dialogue du mariage) „... celles qui n'ont qu'un mignon, passent pour des superstitieuses entre les galantes, & dans les bonnes compagnies, matrimonium vocatur unius adulterium". Nous lisons dans le cap. 16 du livre III de Sénèque „De beneficiis" (dans l'édition de C. Hosius, Lipsiæ, Teubner, 1914): „Numquid iam ullus adulterii pudor est ... Infrunita et antiqua est quæ nesciat matrimonium vocari unum adulterium".

[16]) Dialogues II, p. 167 (Dialogue de l'ignorance louable). Cicéron „De finibus bonorum et malorum" II, 32.

[17]) Dialogues II, p. 104—105 (Dialogue de l'ignorance louable).

[18]) Dialogues II, p. 416 (Fin du dialogue de la divinité cité aussi dans la note 24 de la p. 537 qui précède). Huygens entendait probablement plus ou moins l'espagnol, puisqu'il avait dans sa bibliothèque un assez grand nombre de livres écrits dans cette langue.

APPENDICE II

AUX RÉFLEXIONS SUR LA PROBABILITÉ DE NOS CONCLUSIONS ETC.

Pour mieux faire connaître les Dialogues de la Mothe le Vayer qui a apparemment eu une certaine influence sur Huygens, nous croyons utile d'en copier quelques pages.

II, p. 184 et suiv. (Dialogue de l'Opiniastreté): „Tant s'en faut que je pense que les longues estudes & les plus profondes cogitations rendent un esprit dogmatique et asserteur . . plus clairvoyant & meilleur juge de ce qu'il s'est proposé de reconnoistre, qu'au contraire, j'estime que souvent son travail ne luy sert qu'à s'esloigner de la verité & à le rendre contre elle d'autant plus opiniastre. Ce qui procede de ce qu' Aristote discourt si bien au dernier chapitre du second livre de sa Metaphysique, c'est à sçavoir, que nostre façon de concevoir, d'apprendre & de discourir, despend bien souvent de la coustume, laquelle nous emporte & tyrannise mesmes en ce poinct, *auscultationes seu rationes discendi secundum consuetudines accidunt* [1]), en telle sorte, que celui qui s'adonne aux Mathematiques, veut tout soubmettre aux demonstrations de son art, celuy qui aime la fable & la mythologie, ne discourt & ne s'explique que par parabole. Ainsi le Philosophe Musicien Aristoxenus dans Ciceron, 1. Tusc. qu., *artificio suo non recedit*, voulant que nostre ame ne soit autre chose qu'une douce harmonie [2]); ainsi Pythagore assubjettissoit toute sa Philosophie aux mysteres de ses nombres [3]); Aristote luy mesme aux regles de sa Logique [3]); Platon à ses idées [4]);

---

[1]) En grec: Αἱ δ᾽ ἀκροάσεις κατὰ τὰ ἔθη συμβαίνουσιν, etc. C'est dans l'édition de Bekker (Vol. II, p. 994 *b*) le dernier paragraphe du second chapitre du premier livre de la Métaphysique.

[2]) Tusculanæ disputationes, I, §§ 19—20. Cicéron ajoute à bon droit: „et tamen [Aristoxenus] dixit aliquid, quod ipsum quale esset erat multo ante et dictum et explanatum a Platone".

[3]) Nous saisissons cette occasion pour citer un passage de la p. 160 des „Archæologiæ philosophicæ libri duo" de 1692 de Th. Burnet (voyez sur ce livre la p. 664 qui suit) où ce contemporain anglais de Huygens dit, comme lui, que, plutôt que de suivre Pythagore ou Aristote, le physicien doit s'en tenir à la fois à la ratio et à l'experientia (comparez la p. 31 du T. XVIII): „Nec tamen dissimulandum est, ingenium Pythagoricum, Platonicumque, hoc vitio laborâsse, quod res Physicas in rationes Mathematicas, numeros & proportiones, resolverit: uti postea Aristoteles in rationes Logicas. Uterque peccavit nimiâ subtilitate, dum tenuibus aranearum filis Divam Naturam tenere studerent, quæ non nisi ferreis aut adamantinis catenis, ratione rigidâ fidisque observationibus, se constringi patitur".

convient d'ajouter (comparez la note 5 de la p. 768 qui suit) que la Mothe le Vayer,

Democrite & votre Epicure à leurs Atomes ou corps infectiles; les Chimiftes à leurs principes & fourneaux; les Cabaliftes & Rofecroix à leurs traditions & figures enigmatiques; Gilbertus à la vertu aimantée; Copernicus (après Philolaus & Hicetas autheurs de cette penfée) à la mobilité de la terre; bref, chacun fe forme une ratiocination, & enfuite un fyfteme à part, & à fa mode. Or, de l'heure qu'un efprit, pour bon fouvent qu'il foit, s'eft ainfi laissé prevenir de quelque particuliere imagination & a pris à party de la fouftenir, fa force ne luy fert plus qu'à fe confirmer & roidir en icelle, rejettant animeufement tout ce qui femble luy pouvoir contrarier. C'eft ce que Verulamius s'eft advifé de fort bien appeller *idola fpecus* en fon nouvel organe, *habet enim*, dit-il, *unufquifque fpecum five cavernam quandam individuam, quæ lumen naturæ frangit & corrumpit*; & nous pouvons bien dire en ce fens, que l'homme eft un grand idolaftre, n'y ayant peut eftre que le feul Sceptique qui fe puiffe aucunement exempter de tomber en cette flatteufe idolatrie de fes fantaifies, à caufe de l'indifferente conftitution interieure de fon efprit". P. 235—236 (même dialogue): „Les Dogmatiques, qui font dans la prevention, ne voyant fouvent les chofes que du biais qui favorife leur fentiment anticipé, ce n'eft pas merveille qu'ils inclinent promptement à l'un ou à l'autre party, avec tant de pefanteur qu'on ne les en puiffe plus demouvoir, *qui ad pauca refpiciunt, de facili pronuntiant.* Mais quant à ceux de noftre famille, qui font les reflexions convenables fur la probabilité [nous soulignons] de toutes propofitions, au lieu de fe laiffer emporter foiblement à pas un party, ils s'arreftent genereufement fur leurs propres forces, entre les extremitez de tant d'opinions differentes, qui eft la plus belle & la plus heureufe affiette que puiffe poffeder un efprit Philofophique".

Voyez auffi les l. 6—7 de la p. 3 du T. XIX.

---

de même que Burnet, ne pouvait, au dix-septième siècle, avoir une idée quelque peu précise de l'évolution de la pensée d'Aristote. „Aristote, sans abandonner sa prédilection pour un système scientifique logique, l'oeuvre de sa vie entière, et sans renoncer à la recherche des causes premières . . en arrive à reconnaître à l'observation méthodique le rôle primordial et à en faire la base essentielle de toute recherche scientifique" (Pierre Brunet et Aldo Mieli „Histoire des Sciences. Antiquité", Payot, Paris, 1935, p. 233).

4) Voyez sur l'évolution de la pensée de Platon la note 15 de la p. 533 qui précède ainsi que la note 5 de la p. 768 qui suit.

APPENDICE III

AUX RÉFLEXIONS SUR LA PROBABILITÉ DE NOS CONCLUSIONS ETC.

Chartæ aſtronomicæ, f. 129. C'eſt une étrange choſe que l'idee du plaiſir, et du ſentiment que nous en avons tant de celuy de l'eſprit que de celuy du corps, qui revient auſſi à l'eſprit. La divinitè qui a fait ce don aux hommes et aux animaux, doit eſtre en poſſeſſion d'un plaiſir infiniment plus grand et a nous inconcevable.

Il eſt vray que perſonne ne s'eſt encore aviſè de mettre cela parmy les attributs de la divinitè, ſi ce n'eſt peut eſtre les Epicuriens, mais ils n'en parloient pas ſerieuſement [1]).

Chartæ aſtronomicæ, f. 127 v. Que j'ay remarquè la joye de ceux qui ont bien compris et ſe ſont perſuadez du vray ſyſteme. Bien plus encore s'il leur arrive de decouvrir quelque nouveautè. Quelle joie ne doit avoir eu Copernic lors qu'il s'eſt ſatisfait comme philoſophe. Quelle joie de Galilee dans la vue de ſes grandes decouvertes. ſurtout des ſatellites. toutes pour confirmer le ſyſteme.

Même endroit. L'eſprit faute d'occupation ſatisfaiſante s'adonne a chercher des voluptez paſſageres et qui ſouvent ne ſe peuvent avoir qu' avec l'injure des autres.

Chartæ aſtronomicæ, f. 122. Nous avons un lieu pour habiter plein de belles choſes et d'agreables, mais nous gaſtons noſtre bonheur par noſtre folie et mechancetè.

---

[1]) Nous répétons ici, comme on voit, le § 10 de la p. 528 qui précède. Comparez ce que Lucrèce dit sur les dieux, note 49 de la p. 364.

ASTRONOMICA VARIA 1690—1691 [1].

I. Vitesses de la matière des tourbillons multilatéraux.

II. Mercurius in sole observatus Noribergæ 31 oct. 1690 a J. Ph. Wurtzelbaur [2]).

III. Firmamentum Sobiescianum. Ex Hevelii prodromo astronomiæ opere posthumo [2]).

IV. Conjunctio Veneris et Solis 15 Nov. 1691 Parisijs observata à la Hire [2]).

V. Faut-il croire à l'existence des tourbillons?

[1]) Il faut pourtant observer que la dernière des cinq Pièces ne porte pas de date; elle peut fort bien dater d'un peu plus tard.

[2]) C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.

I [1]

Si les celeritez propres de la matiere fluide sont en raison contraire soufdouble des distances du centre, alors les pesanteurs seront en raison contraire des quarrez des distances, comme l'etablit M. Newton, et le prouve par l'equilibre des Planetes [2]). Car une planete neuf fois plus eloignee qu'une autre va trois fois plus lentement par son mouvement propre dans son orbe [3]), comme cela se deduit des temps periodiques qui sont 27 a 1 d'ou l'on trouve sa force centrifuge $\frac{1}{81}$ de la force centrifuge de la plus proche. A fin donc que sa pesanteur soit de mesme $\frac{1}{81}$ de la pesanteur de la plus proche, il faut que la force centrifuge de la matiere fluide a l'endroit de la plus eloignee soit aussi $\frac{1}{81}$ de la force centrifuge de la matiere fluide à l'endroit de la plus proche. ce qui sera ainsi si la vitesse de cette matiere pres de [la] planete eloignée est $\frac{1}{3}$ de sa vitesse pres de la plus proche. De sorte que les vitesses de la matiere a l'endroit de chaque planete gardent la mesme proportion que les vitesses des planetes mesmes.

Ceci s'applique à un ensemble de tourbillons multilatéraux: nous savons (voyez notre Avertissement au Discours de la Cause de la Pesanteur) que depuis l'apparition des „Principia" de Newton Huygens admettait ces tourbillons-là pour le système solaire.

---

[1]) Manuscrit G, p. 52 v. La p. 53 r porte la date du 27 août 1690.

[2]) Ce qu'„etablit M. Newton" est seulement, comme on sait, que „les pesanteurs", pour qu'il y ait „equilibre des Planetes" doivent être „en raison contraire des quarrez des distances".

[3]) Tous les orbes étant par hypothèse circulaires et concentriques.

II[1].

Mercurius in ſole obſervatus Noribergæ 1690. die ultima Octobris a Joh. Phil. Wurtzelbaur[2]).

Die 30 Oct. poſt meridiem.

Tempus Horol. Oscill.				Hora ſupputata		
h.	m.	s.		h.		
6.	32.	0	culminat os Pegaſi.	6.	28.	45
9.	0.	0	culminat caput Andromedæ.	8.	52.	17

31 Oct. ante meridiem.

8. 30. 0 Sol e nubibus emerſit. Mercurius in diſco ejus ſuperne in tabula obſervatoria, a verticali ad dextram (revera ad lævam) diſtans plus quam $\frac{1}{2}$ digito a limbo exiturus apparuit.

8. 36. 0 Mercurius poſtquam undulanti limbo Solis ad minutum temporis adhæſerat exijt ad 14° a Zenith ſeptentrionem verſus.

				h.	m.	s.
8.	49.	0	altitudo ☉ 10.05	8	38.	38

On voit que Huygens continuait à s'intéreſſer aux paſſages de Mercure ſur le diſque du ſoleil dont traitent les p. 319—329 qui précèdent.

---

[1]) Manuscrit H, p. 6. La p. 8 porte la date du 19 décembre 1691. La Pièce est empruntée au Num. 192 (for the months of January and February 169$\frac{0}{1}$) des Philosoph. Transactions de Londres.

[2]) J. C. Poggendorff „Biograph. litterar. Handwörterbuch der Geschichte der exakten Wissenschaften", Leipzig, Barth, 1863) écrit Joh. Phil. Wurzelbau ou Wurtzelbau (1641—1725), marchand et astronome à Nuremberg, et nous apprend qu'en 1703 ce savant publia une traduction du „Kosmotheoros" de Huygens sous le titre: „Weltbetrachtende Muthmaassungen von den himmlischen Erdkugeln". Mais le véritable nom est Wurtzelbaur ou Wurzelbaur (les Philos. Transactions écrivent l'un et l'autre); le nom Wurzelbaur se lit aussi à la p. 4 du „Prodromus Astronomiæ" de 1690 d'Hevelius dont traite la Pièce III qui suit.

Une deuxième édition de „Herrn Christian Huygens' Cosmotheoros oder Weltbetrachtende Muthmaassungen, von den himmlischen Erdkugeln und deren Schmuck" parut à Leipzig en 1743 (F. Rosenberger „Isaac Newton und seine physikalischen Prinzipien", Leipzig, J. A. Barth, 1895, note 2 de la p. 238).

III [1].

FIRMAMENTUM SOBIESCIANUM.

Ex Hevelij prodromo aſtronomiæ opere poſthumo [2] quod ut inſpicerem dedit D. de Langhe ſecretarius urbis Dantiſci.

Hevelius in Tabula ſixarum addidit aſcenſiones rectas et declinationes earum ad annum 1660 completum. Hinc inquit ſi invenire velis quænam ſit Aſcenſio recta anno 1686 completo [3]), dic Anni 100 dant differentiam aſcenſionis rectæ 1°. 18. 18″ (quam unde invenerit non addit: motus autem ſixarum ſeu præceſſionis æquinoctij ipſi eſt annuus 50″. 52‴ [4]), unde in centum annis 1°. 24′. 48″) quid dabunt anni 26, id vero quod invenitur adde ad aſcenſionem ſideris datam, et habebis aſcenſionem

---

[1]) Manuscrit G, f. 66. Les f. 57 et 78 portent respectivement les dates du 25 septembre 1690 et du 1 janvier 1691.

[2]) Johannis Hevelii Prodromus Astronomiæ, etc. de 1690. Nous avons donné le titre complet à la p. 7 du T. X, où l'on voit aussi que Huygens, dans une lettre à de la Hire que nous ne possédons plus, avait fait des réflexions sur ce livre. La réponse de de la Hire est du 17 janvier 1691. La présente page doit évidemment avoir été écrite peu avant la dite lettre, dans laquelle Huygens peut avoir exposé un peu plus longuement ce qu'il dit dans le dernier alinéa de la présente Pièce.

Outre le „Prodromus" le volume d'Hevelius contient: „Johannis Hevelii Firmamentum Sobiescianum, sive Uranographia, totum coelum stellatum; utpote tam quodlibet sidus, quam omnes et singulas stellas, secundum genuinas earum magnitudines, nudo oculo, et olim jam cognitas, et nuper primum detectas, accuratissimisque organis rite observatas, exhibens. Et quidem quodvis sidus in peculiari tabellâ, in plano descriptum, sic ut omnia conjunctim totum globum coelestem exactissimè referant prout ex binis hemisphæriis majoribus, boreali scilicet & australi, adhuc clariùs unicuique patet". Cum gratia & privilegio Sac. Reg. Maj. Polon. Gedani, Typis Joh. Zach. Stollii. Anno MDCXC.

Déjà dans le „Prodromus" l'auteur écrit (p. 115): „Scutum quod attinet, prægnantibus ex Rationibus ad Firmamentum usque inter Astra evexi, in perpetuam nimirum Memoriam Augustissimi Nostri Regis ac Domini, Domini Johannis III, Regis Poloniarum, ob immensa Ejus Merita" etc.

[3]) C'est à la p. 139 qu'Hevelius calcule „Ascensionem Rectam & Declinationem, ad Annum completum 1686", en disant „100 Anni exhibent differentiam 1°18′18″ etc."

[4]) Cette valeur de la précession équinoctiale annuelle avait été calculée à la p. 92 par la comparaison de certaines observations d'Hevelius de 1660 avec celles d'Hipparque de l'an 127 avant notre ère.

rectam quæ ipsi convenit anno 1686. Similis fere processus est inquit in eruendis declinationibus. Sed bene nota, quod differentia pro annis desideratis in nonnullis stellis sit adjectiva in alijs subtractiva. Eum in finem cuilibet stellæ adscripsi vel Add. vel Subtr. [5]) (*quod tamen in Tabula non invenitur adscriptum*). Hoc nempe notat de differentijs declinationum, addit enim, E contrario differentia ascensionis rectæ semper additur, cum ascensiones continue crescant; exceptis solummodo 11 stellis; id quod inter maxime memoranda imprimis notandum habemus, cum nemo, quod sciam, nec ipse Tycho, rem hanc summè notabilem in istis undecim stellis hucusque adhuc deprehenderit. Nisi quod Ricciolus animadverterit in unica tantum stella, in humero scilicet Ursæ Minoris tale quidpiam contingere [6]). Hæ undecim sunt 1 in dextro pede Cephei. 2 in flexura secunda lucidæ Borealis draconis. 3 in flexura IV draconis. 4 in humero Ursæ Minoris. 5 in pectore ejus. 6 in dorso ejusdem. 7 in latere seu ventre ejus. 8 prima caudæ ejus. 9 media caudæ. 10 ad humerum proxima. et 11 altera ad humerum ejusdem Ursæ Minoris. In his inquit stellis ascensio recta hoc nostro ævo nunc decrescit, atque ita differentia ascensionis in subsequentibus annis detrahitur. id quod tamen non perpetuo fieri poterit, siquidem post aliquot mille annos contrarium rursus accidet, si mundus eousque substiterit. Exercent enim omnes hæ stellæ motum reciprocationis, modo directe modo retrogradè incedunt, modo etiam sunt stationariæ, et quælibet alia atque alia proportione, adeo ut totam eclipticam intra 25 millia et ultra annorum semel obambulent. Adhuc quælibet harum stellarum alios atque alios stationis exercent terminos. Jam illa post stationem secundam est directa; rursus altera est retrograda ad stationem secundam. Termini vero stationum plerumque distant ab invicem 80, 100 et 120 gr. Deinde Stella Polaris totum æquatorem percurrit atque nunc est velocissima. at vero reliquæ nunquam æquatorem absolvunt, sed intra terminos stationum suarum periodos suas conficiunt, ultra quos evagando non discedunt. Sic ut plerumque secunda statio fiat circa 210 et 230 gr. et prima statio circa 310 et 330 gr. Limes vero discernendi stationem prima à secunda est 270 gr. in æquatore. Pariter declinatio admodum variabilis vix semel toto revolutionis fixarum tempore una alteri omnino est æqualis [6]).

Unde autem hic mirificus motus oriatur, imprimis quod in quinque ex illis undecim stellis differentia declinationis (voluit dicere ascensionis) sit hisce temporibus adjectiva, in sex reliquis subtractiva, et quod stella polaris inter reliquas ejusdem sideris Ursæ Minoris, his legibus hoc tempore sit exempta, est res quidem penitioris indaginis [7]) quam se dicit posse explicare. Sed doctioribus non fore difficile ut eam penetrent ex globis coelestibus vel schemate quodam inde descripto: quoniam ita et non aliter in hisce stellis evenire debet [7]).

---

[5]) P. 139.
[6]) P. 139—140.
[7]) P. 140.

Proculdubio ex triangulis ſphæricis hæc calculo inveniri poſſunt. Eſſet tamen operæ pretium hæc accuratius deſinire unde ſimul, ut puto, invenietur methodum iſtam computandi aſcenſiones rectas per additionem proportionalem non eſſe probam. Etſi ad computandas ſtellarum longitudines recte proportionale augmentum uſurpetur. Vide Ricciolum Almag. novo . . . et Aſtron. reformata [8]).

[8]) Nous ignorons quels sont les endroits des livres de Riccioli auxquels Huygens fait allusion. On peut consulter p.e. dans l'„Astronomia reformata" de 1665 le Cap. X du Lib. II „De Motu Lunæ in Longitudinem hactenus ab Insignioribus Astronomis constituto, & qua potissimum methodo illum inuestigauerint: quidque in ea peccatum esse, aut desiderari posse videatur" commençant par les mots: „Olim Lib. 4 Almagesti Novi, à Cap. 19. ad 24. exposui artificium triplex, quo Astronomi Lunares motus inuestigarunt".

IV[1].

Conjunctio Veneris et Solis 15 Nov. 1691. hora 11.4' vefpertina[2] Parifijs obfervata a la Hire. Tranfibat meridianum Venus illa die hora 12. 0'. 2". Poftridie, feu 16 Nov. hora 12. 1'. 0".

dies Nov.	Tranfitus Veneris per meridianum			Altitudo Meridiana Centri Veneris			Altitudo Meridiana Centri Solis		
	h	'	"						
14	11.	59.	5	23°.	22.	30	22°.	46.	2
15	12.	0.	2	23.	1.	10	22.	30.	37
16	12.	1.	0	22.	40.	25	22.	15.	33

Nodus defcendens 13°. 19'. 4" Sagitt. fi cum Keplero ponatur Inclinatio Orbitæ ♀ 3°. 22'[3].

Dans cette conjonction Vénus, on le voit, ne paffa pas fur le difque folaire.

[1] Manuscrit H, p. 6. Comparez la note 1 de la p. 572. Les „Observations de la planete de Venus faites à l'Observatoire Royal, au mois de Novembre [savoir du 1 au 25 Nov.] 1691 par Mr. de la Hire" ont été publiées dans le T. X de 1730 des „Mémoires de l'Academie Royale des Sciences depuis 1666 jusqu'à 1699".

[2] Le moment précis de la conjonction a été calculé par de la Hire d'après ses observations.

[3] Comparez sur cette inclinaison la p. 177 qui précède. L'auteur anonyme de l'article du T. X — note 1 qui précède —, ou peut-etre de la Hire lui-même, ajoute: „Mais suivant le calcul des Tables Rudolphines le lieu de ce noeud devoit être a 14° 11' 53" du ⟼: ainsi il est trop avancé de 52' 13" selon ces Tables". La recherche de la position exacte du noeud etait le principal but des observations.

V [1].

Plusieurs embrassent les tourbillons de des Cartes; tant on aime mieux s'imaginer de sçavoir que de rester ignorant sans adherer a rien.

Quoiqu'il ne soit question ici que des tourbillons unilatéraux de Des Cartes (voyez sur les tourbillons multilatéraux la Pièce I qui précède) il semble bien que la sentence de Huygens ait un sens plus général.

Dans le „Cosmotheoros" les tourbillons (multilatéraux) ne feront leur apparition que vers la fin: Huygens maintient leur existence, mais il ne leur donne plus une place d'honneur. Il est possible que dans la présente Pièce il n'entende parler que des gens du monde. Il semble toutefois également possible que ce soit aussi des physiciens et astronomes. Dans ce cas on le verrait ici — pour un instant et tout-à-fait *privatim* — partisan d'une physique qui fait sans doute des hypothèses mais *sans adhérer à rien*; ce qui nous rappelle le fameux „hypotheses non fingo" de Newton [2].

Comparez sur le doute de Huygens l'Appendice I (note 3) au „Cosmotheoros".

Comparez aussi avec la présente Pièce le titre, cité à la p. 564, d'un des dialogues de la Mothe le Vayer: *de l'ignorance louable*.

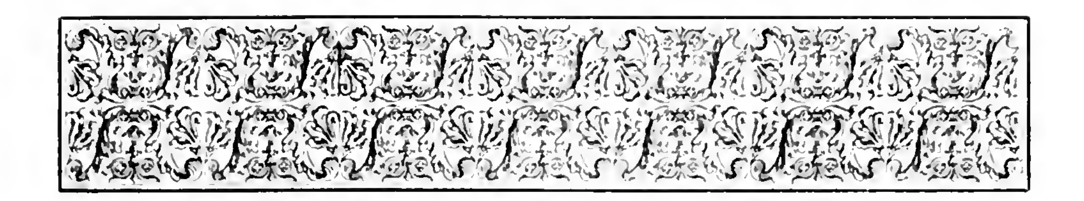
---

[1]) Chartæ astronomicæ, f. 127. Nous avons déjà publié quelques remarques empruntées à cette feuille aux p. 536 et 568 qui précèdent; voyez aussi la p. 315.

[2]) Comparez la citation de Newton dans la note 13 de la p. 5 du T. XIX.



DESCRIPTIO AUTOMATI PLANETARII.



Avertiſſement.

La plus grande partie du Manuſcrit de Huygens de la „Deſcriptio" a été conſervée [1]; les dernières feuilles ſeules [2] ſont défaut. Quelques notices de de Volder et Fullenius ſont voir que lorſque la „Deſcriptio" fut publiée en 1703 dans les „Opuscula poſtuma", ce manuſcrit fut envoyé à l'imprimerie ſans avoir été écrit au net [3]. La date de la compoſition ne s'y trouve point; nous ſavons qu'elle eſt probablement poſtérieure à janvier 1691 [4]. La „Deſcriptio" peut fort bien être de *quelques années* plus tard.

[1] Dans les „Chartæ astronomicæ".

[2] Correspondant aux p. 189—200 des „Opuscula postuma".

[3] C'est ainſi, pour n'en donner que deux exemples, que sur la premiere des feuilles — la f. 177 — est indiqué où commence la p. 433, c. a. d. la troisiéme page de la publication de 1703; et que sur la f. 180 les deux éditeurs, ou probablement de Volder seul qui était à Leiden, ont biffé le texte corrigé par Huygens pour rétablir son ancien texte, écrivant en marge: „te setten tgeen uytgehaalt is, en dat er boven geschreven is niet". Huygens avait biffé les nombres des minutes et des secondes desquelles il faudrait faire avancer les planètes en 20 ans (voyez la p. 607 qui suit) et s'était contenté d'écrire: Dentium vero numeri certa ratione, quam mox exponemus, reperti ſunt, tamque exactè medijs motibus aptati ut in annis viginti error nullus qui quidem viſibilis ſit exiſtere queat. Poſt plures vero ætates ubi opus fuerit facile corrigitur ea ratione quam ſuo loco docebimus. Nous avons en cet endroit conservé l'ancien texte, avec les éditeurs nommés.

[4] Voyez la note 5 de la p. 112 qui précède.

Nous croyons inutile de publier le brouillon [5]) du début qui occupe la f. 191 des „Chartæ astronomicæ” vu que le texte lui-même y est presqu'entièrement conforme; mais nous faisons imprimer comme Appendice II un autre début, sans doute antérieur, où Huygens s'étend plus longuement sur le planétaire d'Archimède et où il dit que l'astronomie „Tychonis Brahei observationibus et Kepleri industria perfectionem fere summam est adepta”. On a vu plus haut que déjà avant 1687 ses doutes sur la vérité des deux premières lois de Kepler avaient beaucoup perdu de leur force [6]) et que depuis l'apparition des „Principia” de Newton on peut dire qu'ils s'étaient évanouis [7]), à cela près qu'il n'était pas convaincu — ce qu'on voit aussi dans la „Descriptio” [8]) — que des observations bien faites et les calculs correspondants confirmeraient suffisamment la proposition que les noeuds successifs ascendant et descendant d'une même planète sont toujours (à fort peu près) opposés l'un à l'autre par rapport au soleil [9]).

Comme dans le „Discours de la Cause de la Pesanteur” Huygens ne mentionne qu'en quelques mots les astronomes antérieurs à Copernic. Il ne fait de plus aucune allusion aux cercles excentriques qui lui semblaient — d'après notre Avertissement des p. 162—167 qui précèdent — lorsqu'il commença la construction de son automate, pouvoir représenter le vrai cours des planètes peut-être mieux que les ellipses de Kepler. La „Descriptio” donne par conséquent au lecteur l'impression que les cercles excentriques du planétaire proviennent uniquement du désir de ne pas rendre la construction trop compliquée; quoiqu'en vérité Huygens dise [10]) qu'il eût, sans beaucoup de peine, pu y introduire de véritables ellipses.

Avant 1684 [11]) Saturne n'a pu avoir dans le planétaire que trois satellites; lorsqu'il composa la „Descriptio” Huygens l'avait rendu up to date par l'introduction de deux satellites nouveaux [12]).

---

[5]) Plein de ratures, donc assurément le premier.

[6]) Voyez, à la p. 349 qui précède, le § 2 des „Pensees meslees”, datant de 1686.

[7]) § 12, datant de 1688, de la p. 143 qui précède.

[8]) P. 622 qui suit. Voyez aussi la note 3 de la p. 576 qui précède.

[9]) Voyez sur ce sujet la p. 310 qui précède où nous nous sommes servi d'une expression un peu forte en disant qu'en 1686 Huygens „avait abandonné cette idée”.

[10]) P. 616.

[11]) Voyez la p. 194 qui précède sur la découverte de deux satellites de Saturne par Cassini en cette année.

[12]) P. 590: „Saturne porte avec lui cinq satellites”.

Après le passage: „Machinationes quasdam vidimus, vario artificio elaboratas [13]" Huygens avait noté en marge dans son manuscrit — mais cette note a été biffée, sans doute par lui-même —: „atque inter eas elegantissimam viri illustris Olai Romeri quam ille Lutetiæ Parisiorum cum illic ageret perfecerat quæ tamen spontaneo motu carebat" [14]). Il eût pu ajouter que Roemer — de même que Cassini — était tychonien [15]), qu'il avait par conséquent donné la place centrale à la terre. Ceci peut avoir été la principale raison pour laquelle il a cru devoir construire pour l'Académie Royale des Sciences — car c'est à elle que son automate était primitivement destiné — un modèle du système copernicain. Il avait évidemment l'ambition de collaborer au triomphe définitif de celui-ci, le considérant — il ne s'agit que de notre système planétaire — comme le seul système raisonnable [16]). Voyez cependant aussi, soit dit en passant, ses considérations sur la relativité du mouvement, notamment la Pièce VI de la p. 229 du T. XVI.

Il va sans dire que Huygens a choisi ce qu'il pensait être les meilleures valeurs pour les dimensions des orbes ainsi que pour les grandeurs des corps planétaires. Nous reviendrons sur ce sujet dans notre Avertissement sur le Cosmotheoros. Bien entendu: les planètes ont à dessein été faites beaucoup trop grandes pour ne pas être invisibles par leur petitesse; mais une table indique les rapports de leurs grandeurs, d'après Huygens, à celle du soleil [17]).

Il a en outre voulu, semble-t-il, suggérer l'existence des tourbillons entourant à son avis chaque planète, même ceux dépourvus de satellites, en les plaçant sur de petits ronds [18]). Si ces ronds ou cartouches ont déjà été introduits pour figurer la matière subtile lors de la construction du planétaire par van Ceulen, ils ont dû représenter soit seulement les tourbillons multilatéraux causant la pesanteur ordinaire, soit aussi les tourbillons unilatéraux menant, ou pouvant mener, des satellites. Après 1687 —

---

[13]) P. 589.
[14]) Voyez sur le planétaire de Roemer, outre la note 5 de la p. 588, la p. 111 qui précède.
[15]) Voyez la note 19 de la p. 311 qui précède.
[16]) Voyez ce qu'il dit sur les „imaginations peu raisonnables de Tycho Brahe" à la p. 357 qui précède.
[17]) P. 600 qui suit.
[18]) P. 590 qui suit.

voyez notre Avertiſſement au Diſcours de la Cauſe de la Peſanteur — ils pouvaient repréſenter des tourbillons multilatéraux cauſant à la fois la peſanteur ordinaire et la peſanteur des ſatellites. Huygens ſe contente de dire que ces petits diſques repréſentent „l'éther environnant" ce qui certes nous le montre fort peu déſireux d'enſeigner, ou même de propoſer, au lecteur un ſyſtème déterminé. Comparez le troiſième alinéa de la p. 454 qui précède lequel commence par les mots: „Suppoſant le mouvement journalier de la Terre, & que l'air & l'ether qui l'environnent ayent ce meſme mouvement . . ." où l'„ether" eſt déſigné un peu plus loin par l'expreſſion „matiere celeſte" [19]). Il n'eſt d'ailleurs pas certain que c'eſt de tourbillons, quels qu'ils ſoient, qu'il entend parler dans le paſſage ici conſidéré. L'„ether" du „Traité de la Lumiere" n'était-il pas bien différent d'après lui de la „matière ſubtile" ou „céleſte", beaucoup plus menue, dont ſe compoſent les tourbillons? Il eſt fort poſſible que ce ſoit bien à l'éther luminifère qu'il ſonge ici [20]) lequel, étant ſoumis à la peſanteur, c. à. d. preſſé contre le globe terreſtre (ou contre d'autres globes planétaires) par les tourbillons multilatéraux de matière ſubtile, y était à ſon avis, pouvons-nous dire, plus denſe que dans les eſpaces interſtellaires [21]). Gardons-nous cependant de trop rapprocher Huygens du dix-neuvième ſiècle [22]) où il ne fut plus guère queſtion de matière ſubtile gravifique — une explication ſatisfaiſante de la nature de la peſanteur paraiſſant, momentanément du moins, impoſſible —, mais où l'on diſcutait la queſtion de ſavoir ſi l'éther luminifère doit être conſidéré comme une ſubſtance matérielle peſante peut-être plus denſe auprès des corps céleſtes qu'ailleurs et partiellement entraînée par eux, ou bien (théorie beaucoup plus récente) qu'il faut plutôt identifier l'éther avec l'eſpace de ſorte qu'il eſt tout-à-fait impondérable et qu'il ne peut être queſtion de ſon entraînement partiel ni par les corps céleſtes ni auſſi par des corps mobiles ſitués auprès de leurs ſurfaces tels que l'eau ou le verre [23]).

---

[19]) Ailleurs aussi Huygens donne parfois à l'expression „ether" ou „matiere etheree" un sens plus général que dans le Traité de la Lumière. Voyez p.e. la note 1 de la p. 288 du T. XIX ainsi que la l. 11 de la p. 353 et la l. 1 de la p. 354 du présent Tome.

[20]) Nous avons choisi cette interprétation en rédigeant la note 15 de la p. 15 du T. XIX.

[21]) Voyez le N° X de la p. 563 du T. XIX, ainsi que la p. 596 du même Tome. et la note 25 de la p. 433 du Tome présent.

[22]) Nous observons d'autre part qu'il est déjà question dans une lettre du 28 mars 1605 de Kepler a Herwart d'un entrainement de l'éther par les corps célestes: dans la traduction de M. Caspar et W. von Dyck („Joh. Kepler in seinen Briefen" I. p. 230): „Sodann ist die Annahme mit der Natur wohl verträglich, dass die ätherische Luft zusammen mit den Sternen [il n'est pas question ici des étoiles fixes; Kepler parle de notre système planétaire] herumgerissen wird, etc."

Ce n'eſt pas, comme on a pu le croire ſaute de connaître les manuſcrits, après Brouncker [24]) mais avant lui que Huygens s'eſt ſervi pour la première ſois de fractions continues. Il a été queſtion aux p. 389—394 du T. XX du „Treatiſe of algebra both hiſtorical and practical" de 1685 de Wallis auquel la remarque de Brouncker eſt poſtérieure, et nous y avons déjà dit [25]) que, pour calculer les nombres des dents des roues de ſon planétaire, Huygens fit uſage de fractions continues dès 1680. Rien ne démontre qu'il ait eu ſous les yeux le „Trattato del modo breviſſimo di trovar le radice quadre delli numeri" de 1613 de P. A. Cataldi ou la „Geometria practica nova et aucta" de 1618 de Daniel Schwenter, où l'on rencontre quelques fractions continues ſans qu'il ſoit queſtion d'en approfondir la théorie. Mais il connaiſſait [26]) l'ouvrage plus ancien „L'Algebra parte maggiore dell'Aritmetica" de 1572 de Rafaele Bombelli [27]) auquel s'applique la même remarque. Ce qui eſt plus important c'eſt que Wallis dans ſon „Arithmetica infinitorum" de 1656 qui lui était bien connue a lui auſſi des fractions de ce genre et conſidère des fractions réduites qui en proviennent. C'eſt dans la „Deſcriptio" de Huygens qu'on en trouve pour la première ſois une théorie digne de ce nom. La note 36 de la p. 636 qui ſuit fait voir que les théorèmes trouvés par lui ne ſont pas poſtérieurs à 1687.

Durant ſa vie Huygens garda chez lui le planétaire conſtruit par van Ceulen [28]). On peut conſulter la p. 343 du T. VIII ſur l'hiſtoire ultérieure de l'automate lequel — nous l'avons déjà dit à la p. 111 qui précède — ſe trouve actuellement à Leiden dans le Nederlandsch Hiſtoriſch Natuurwetenſchappelijk Muſeum.

---

[23]) Comparez la p. 352 du T. XIX et la p. 508 qui précède où nous parlons de l'„éther de 1900" (quoiqu'alors aussi il existât sur l'éther des opinions diverses).

Les petits disques qui portaient les planètes n'existent plus (ont-ils disparu lors de la reconstruction de 1786, T. VIII, p. 343?) mais le docteur C. A. Crommelin, directeur du Ned. Hist. Nat. Museum, se propose de les rétablir. Actuellement la lune elle-même fait défaut. — Nous écrivons 1786 au lieu de 1781 puisque dans le T. VIII l'inscription du planétaire a apparemment été mal lue.

[24]) Voyez sur Brouncker la p. 394 du T. XX.

[25]) Note 9 de la p. 393 du T. XX.

[26]) D'après la p. 500 du T. VII.

[27]) Sans s'être fort appliqué à l'étude de ce livre, comme on peut le voir à la p. 441 du T. XX.

[28]) Il est plusieurs fois question dans la Correspondance de personnes qui vinrent le voir tels qu' Auzout (T. VIII, p. 430), Molyneux (T. VIII, p. 530) et Bernier (T. IX, p. 99).

En traduisant la Descriptio, nous n'avons tenu aucun compte de la traduction antérieure d'Antide Janvier dans l'„Histoire de l'Horlogerie" de Pierre Dubois publiée en 1849 [29]).

[29]) La traduction de Janvier est mentionnée e.a. dans l'article de février 1930 „La machine planétaire et l'oeuvre de Huygens" par L. Reverchon et P. Ditisheim dans „L'Astronomie, revue mensuelle d'astronomie, de météorologie et de physique du globe (Paris)".

Nous ajoutons que nous avons fait en 1928 une traduction néerlandaise de la Descriptio pour le „Planetariumboek Eise Eisinga, samengesteld door E. Havinga, W. E. van Wijk en J. F. M. G. d'Aumerie" (Arnhem, van Loghum Slaterus).

CHRISTIANI HUGENII

DESCRIPTIO

AUTOMATI PLANETARII.

DESCRIPTION DU PLANÉTAIRE.

C'eſt de nos jours ſeulement, me ſemble-t-il, que l'on a acquis une connaiſſance définitive et parfaite des choſes céleſtes, quoique l'aſtronomie ſoit déjà née il y a deux mille ans et ait été cultivée dès lors par des eſprits éminents: c'eſt dans la dernière centaine d'années, pour être plus précis [1]), qu'on y a fait plus de progrès que dans tout le reste du temps. En effet, nous n'avons pas ſeulement appris à faire beaucoup mieux et plus ſimplement ce qui conſtituait jadis le but principal des recherches, ſavoir déterminer les lieux des aſtres tant fixes qu'errants, établir les longueurs de l'année et des mois, et prédire les éclipſes; mais nous ſommes de plus, ce qui eſt plus important et plus glorieux, poſſeſſeurs d'une ſcience certaine ſur l'ordre, la poſition, la proportion et la figure des orbes céleſtes ſuivant lesquels les planètes et notre terre elle-même circulent autour du ſoleil; nous avons en outre par nos obſervations téleſcopiques accru le nombre des aſtres connus d'innombrables étoiles fixes ainſi que de planètes [2]) nouvelles. Avant le temps de Copernic, et même en partie avant le nôtre, tout ceci giſait enfoui ſous de profondes ténèbres. Or, ſachant juſqu'à quel point les anciens aſtronomes ont été dépourvus d'une véritable connaiſſance du ſujet de leurs études, de ſorte qu'ils n'ont pu ſaiſir ni la nature des différentes parties du ſyſtème ni la forme de l'enſemble, l'on comprendra aiſément qu'il leur a été impoſſible d'en conſtruire une bonne image ou repréſentation artificielle. Quoique dans les écrits des érudits les ſphères d'Archimède et de Poſidonius — cette dernière étant mentionnée chez Cicéron [3]) — ſoient beaucoup louées, il eſt par conſéquent certain, malgré ces louanges, qu'elles n'ont pu avoir aucune reſſemblance à l'archétype céleſte ni aucune conformité de leurs mouvements aux mouvements véritables, bien qu'il ſoit croyable qu'elles aient été fabriquées avec beaucoup d'intelligence et d'induſtrie. Nous ſavons que depuis le temps où l'aſtronomie fut réformée et rendue plus parfaite, de ſorte que l'on pouvait plus facilement entreprendre de pareilles conſtructions, pluſieurs s'y ſont en effet appliqués avec ſuccès [4]); nous avons vu quelques-unes de leurs productions mécaniques diverſement agencées [5]). Quant à nous, nous avons fait fabriquer

---

[1]) Puisque l'ouvrage de Copernic est de 1543, Huygens eût pu dire 150 ans au lieu de 100 ans.

[2]) Il s'agit de planètes secondaires ou satellites.

[3]) Voyez la note 10 de la p. 172 qui précède.

[4]) On peut consulter les p. 172—174 qui précèdent.

[5]) Voyez notamment ce qui a été dit à la p. 110 qui précède sur le planétaire de Roemer, mais consultez aussi sur ce sujet la note 19 de la p. 311 qui précède, ainsi que la note 9 de la p. 505 du T. XVIII et l'Appendice II qui suit.

DESCRIPTIO AUTOMATI PLANETARII.



ERUM cœleſtium ſcientiam ante bis mille annos inchoatam, magniſque ingeniis exultam, noſtra demum ætate abſolutam, ut mihi videtur, perfectamque habemus; Idque ita, ut centum circiter his proximis annis [1]) plus profectum ſit quam reliquo omni tempore. Quæ enim antea in hac arte præcipua erant, loca ſtellarum definire tum fixarum tum errantium; anni ac menſium ſpatia diſpeſcere, Eclipſes prædicere, ea omnia non ſolum multò melius planiuſque nunc facere didicimus; ſed & quod majus eſt, ac præclarius, ordinem, poſitum, proportionem & figuram orbium cæleſtium, quibus circa Solem Planetæ ac Tellus ipſa circumfertur, ſumma certitudine comprehenſa tenemus; ſtellas fixas innumeras, planetaſque alios [2]) Teleſcopii obſervationibus perceptos priorum numero addidimus. Quæ omnia ante Copernici ævum, quædam & in noſtrum uſque, profundis tenebris demerſa latebant. Itaque ſi quis cogitet quantarum in arte ſua rerum cognitione veteres Aſtronomi caruerint; adeo ut nec partes Syſtematis ſingulas, nec formam totius habuerint perſpectam; facile quoque intelliget fieri non potuiſſe, ut inſtar ejus aut imaginem aliquam arte effingerent. Quare etſi plurimùm celebretur doctorum ſcriptis Archimedea ſphæra ac Poſſidonii illa, cujus apud Ciceronem [3]) mentio facta | p. 432. reperitur, certum tamen eſt, nullam iis nec archetypi cæleſtis ſimilitudinem ineſſe potuiſſe, nec verorum motuum imitationem, etſi ſummo ingenio, induſtriaque fabricatas fuiſſe credebile ſit. Ex eo vero tempore, quo reformata reſtitutaque in melius fuit Aſtronomia, ſicut facilius res eadem tentari potuit, ita a pluribus quoque ſuſceptam effectamque ſcimus [4]); quorum & Machinationes quaſdam vidimus, vario artificio elaboratas [5]). Nos vero ab his omnibus diverſam viam ſecuti tale fabricari curavimus

un automate de ce genre d'après un système différent de tous les autres: dans notre planétaire à nous nous avons obtenu par un petit nombre de roues en mouvement continuel que sur la surface d'une table plane les corps des cinq planètes primaires parcourent leurs orbes autour du soleil, et la lune le sien autour de la terre, dans les mêmes périodes qu'au ciel; il s'agit d'orbes excentriques représentant les vraies dimensions et positions des orbes planétaires célestes, tandis que de plus dans chacun d'eux a été conservée l'inégalité du mouvement par laquelle les planètes marchent plus vite lorsqu'elles se trouvent à plus petite distance du soleil. Nous avons noté en outre la petite déclinaison ou angle de leurs plans avec l'écliptique ou plan de l'orbe de la terre. De sorte que, pour ne rien dire de l'élégance du spectacle, la position des planètes peut être trouvée à l'aide de l'automate non seulement pour le présent mais aussi pour le futur ou pour le passé comme par une éphéméride perpétuelle, qu'on y voit donc aussi leurs conjonctions et oppositions tant avec le soleil qu'entre elles, et cela d'autant plus exactement que la machine a été construite à une plus grande échelle. Comme plusieurs ont demandé un exposé de cette invention, voulant ou bien simplement la connaître ou encore l'imiter, nous donnerons dans ce livre la description de l'appareil. Je commencerai par la construction du dehors qui enferme tout le mécanisme.

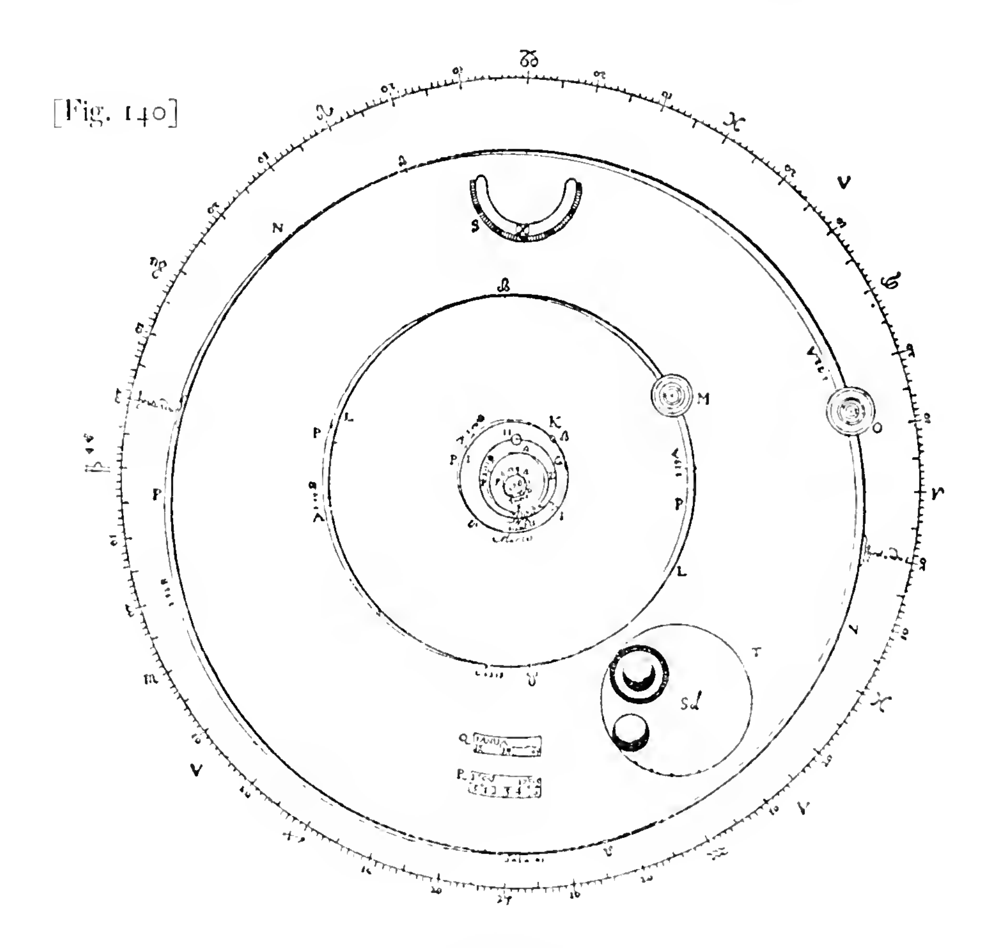
Cette partie extérieure a la forme d'un octogone lequel est de bois et possède un diamètre de deux pieds et une épaisseur de six pouces. La boite est suspendue au mur et balancée sur ses gonds — lesquels se trouvent à gauche — de sorte qu'on peut la tourner quand on veut et l'ouvrir par derrière pour examiner l'intérieur. Par devant on voit une table de cuivre doré recouvrant tout l'espace octogone et protégée par une glace, sur laquelle table sont tracés les orbes des planètes d'après le système de Copernic mais suivant les proportions kepleriennes. Ces orbes sont découpés de telle manière et si profondément que par les fentes se peuvent mouvoir de petites pinnules entrainant les planètes en forme de demi-globes lesquels cheminent au dessus de la table et glissent pour ainsi dire sur sa surface; dans ce mouvement Saturne porte avec lui cinq satellites, Jupiter quatre, et la Terre un seul qui est notre Lune, ceux-ci étant placés sur les mêmes ronds que les petits corps des planètes. Il faut savoir qu'aux autres planètes qui ne possèdent pas de satellites j'ai néanmoins attaché des ronds de même espèce pouvant représenter l'éther environnant [6]) et rendant en même temps les planètes [Fig. 140] mieux visibles. Toutes les planètes primaires, savoir, outre celles déjà nommées, Mars, Vénus et Mercure décrivent d'une façon continue leurs mouvements autour du Soleil immobile en observant exactement non seulement leurs

[6]) Nous disons quelques mots dans l'Avertissement sur cet „éther environnant".

Automaton, in quo exiguo rotarum continenter euntium numero effecimus, ut in tabulæ planæ ſuperficie Planetarum quinque primariorum corpora circa Solem. Lunæ vero circa Terram, curſus ſuos abſolverent, iiſdem quibus in cælo temporibus, atque in iis orbibus excentricis, qui cæleſtium veram dimenſionem poſitumque exprimerent; ſervata quoque in ſingulis motuum inæqualitate, qua celerius feruntur in partibus a Sole minus remotis: & annotata denique exigua illa declinatione qua ab Eclipticæ ſive orbitæ Telluris plano evagantur. Adeo ut præter ſpectaculi elegantiam, etiam poſitus Planetarum non modo in præſens tempus ſed & in futurum aut præteritum, tanquam ex perpetua quadam ephemeride hinc diſcere liceat. nec non conjunctiones, oppoſitioneſque omnium, cum ad ſolem, tum inter ſe; idque tanto exactius, quanto ampliore forma opus effectum fuerit. Quæ inventio cum a multis expetita ſit, qui vel cognoſcete vel imitari eam cuperent, hoc libro cujuſmodi ſit exponemus. Incipiam vero a Machinæ conſtructione exteriori, quæ totum opus complectitur.

Itaque Octogonum eſt è ligno coagmentatum, bipedali diametro, profunditate pollicum ſex. Hoc ad parietem ita ſuſpenſum eſt, & cardinibus ſuis libratum,| qui in (p. 433). ſiniſtro latere affixi ſunt, ut cum libuerit converti machina poſſit, & averſa parte recludi, quo interiora conſpiciantur. Facie anteriori lamina ex ære aurata cernitur toti octogono prætenſa ac vitro ſpeculari tecta, in qua Planetarum orbes ſecundum Copernici ſyſtema, ſed Keplerianas proportiones deſcripti ſunt, ac penitus exciſi, adeo ut per rimas eas pinnulæ exiguæ commeent, quibus Planetarum globuli dimidiati ſupra laminam ac velut in ſuperficie ejus volvantur, Saturno quinos, Jove quaternos, Tellure unicum comitem, quæ Luna noſtra eſt, ſecum ferente, qui nimirum comites iiſdem orbiculis impoſiti ſunt, quibus Planetarum ipſorum corpuſcula. Nam & cæteris planetis qui comites nullos habent, ejuſmodi tamen orbiculos addidi, qui circumfuſum æthera[6]) referrent, ſimulque planetas efficerent viſibiliores. Ac Planetæ quidem primarii omnes, ut ſunt præter jam dictos, Mars, Venus, Mercurius, ita continue motus ſuos circa Solem immobilem peragunt, ut non tantum periodica tempora, ſed & ano-

temps périodiques mais aussi les lois de l'anomalie [7]). La Lune, elle, fait des révolutions mensuelles autour de la Terre. Mais il n'a pas été possible de faire accomplir des révolutions aux Satellites de Saturne et de Jupiter, tant à cause de la petitesse de la machine que pour ne pas accroître le travail outre mesure. Ces satellites-là ne sont donc attachés qu'à un seul disque dont la planète primaire occupe le centre.


[Fig. 140]

La circonférence de cercle qui représente l'écliptique embrasse tous les orbes planétaires; elle est divisée en ses douze signes et 360 degrés. Toutes les positions apparentes des astres considérés par rapport à l'écliptique sont facilement déterminées

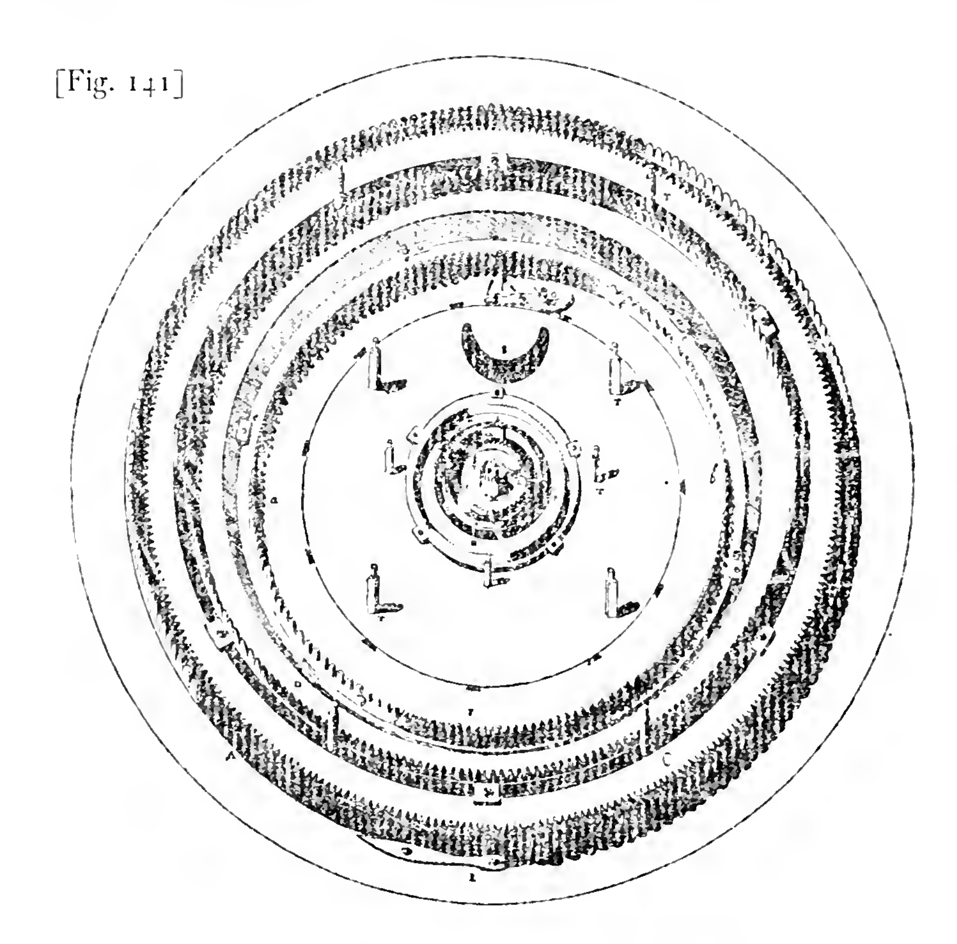
[7]) Voyez sur ce sujet les p. 125—128 qui précèdent.

maliæ leges exacte ſervent [1]). Circa Terram vero Luna menſtruas revolutiones conficit. At in Saturni Joviſque comitibus idem perficere non licuit; cum ob machinæ parvitatem, tum ne æquo longius labor excreſceret. Itaque hi uno tantum orbiculo affixi tenentur, cujus primarius Planeta centrum occupat.

Porro omnes Orbitas Planetarias Eclipticæ circulus amplectitur, ſignis ſuis duodecim, gradibuſque 360 diviſus. In quo apparentia horum aſtrorum loca, facillime ſic inveſtigantur. Nempe ſi locum Planetæ ſecundum longitudinem, ut vocant, inquirere

comme ſuit: pour trouver le lieu d'une planète d'après ſa longitude, comme on dit, il ſuffit de tendre un fil de la terre à la planète, auquel fil un autre partant du centre fixe du ſoleil eſt tendu parallèlement juſqu'à une certaine diviſion de l'écliptique laquelle indiquera la longitude cherchée. Or, cette opération peut également être exécutée, ſans ouvrir la glace dont nous avons parlé plus haut, à l'aide d'un certain

[Fig. 141]



parallélogramme compoſé de deux bâtonnets égaux et de deux fils pareillement égaux entr'eux qui y ſont attachés: on place ce parallélogramme ſur la glace et, en laiſſant l'oeil dans la même poſition, on l'y adapte de telle manière que tandis que l'un des deux fils paſſe par les centres de la terre et de la planète, l'autre eſt dirigé ſuivant un rayon du ſoleil, auquel cas ce dernier fil indiquera ſur l'écliptique le lieu de la planète ſuivant ſa longitude. Quant à la détermination de ſa latitude nous en parlerons plus loin lorſque nous aurons fait connaître quelles circonférences de cercle il a fallu tracer à cet effet.

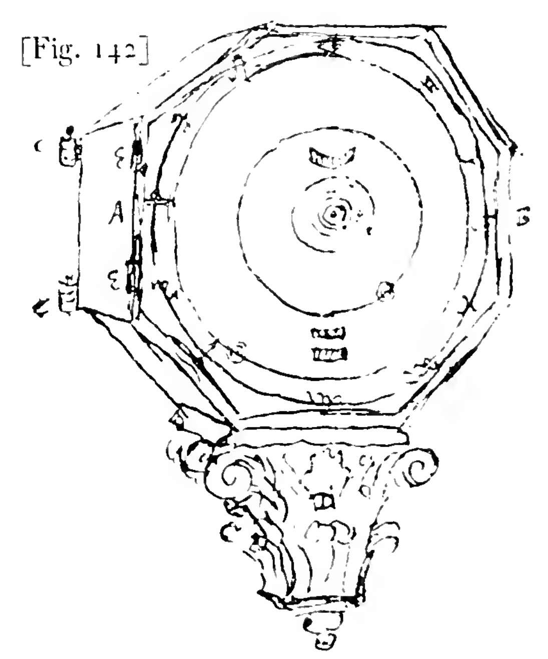
placet, tantummodo ſilum è Tellure ad planetam illum extenditur; eique ſilo alterum ex Solis centro, quod ibi ſi|xum manet, Parallelum ducitur ad Eclipticæ diviſiones (p. 434.) uſque; hoc enim Planetæ longitudinem oſtendet. Atque idem hoc parallelogrammo quodam ſilari ex bacillis duobus æqualibus duo ſila itidem æqualia innexa habentibus conſtante peragi poteſt, clauſo manente vitreo, quod ſupra indicavimus, operculo. Huic enim parallelogrammum imponitur, atque oculo deſuper manente immoto, ita coaptatur, ut altero ſilo ſuper Terræ ac Planetæ centrum tranſeunte, alterum Soli immineat, quod ſimul in Eclipticæ circulo locum Planetæ ſecundum longitudinem indicabit; de latitudine vero cognoſcenda poſtea dicemus, poſtquam circulos in hunc uſum deſcribere docuerimus.

A la partie inférieure de la table, entre les orbes de Saturne et de Jupiter, il y a deux ouvertures peu distantes l'une de l'autre, longues de deux pouces, larges d'un demi-pouce, où paraissent, dans la plus haute le jour du mois, dans l'autre l'an de notre ère. Comme tout le reste, ces chiffres correspondent à des rouages particuliers lesquels tournent par le mouvement de l'automate, la première roue ayant des divisions égales de 3 × 365 jours [8]), et la deuxième de trois cents ans (voyez la Fig. 141). Le mouvement susdit provient d'une horloge intérieure qui indique de plus les heures et les minutes dans une ouverture sémicirculaire faite à la partie supérieure entre les orbes de Jupiter et de Mars. En effet, tandis que le numéro de chaque heure y passe, elle en fait voir en même temps les parties sexagésimales.

Mais toute la machine peut aussi être mise en mouvement à la main soit qu'on veuille, pour jouir de ce spectacle, faire parcourir aux planètes leurs orbes en peu de temps, soit aussi qu'il faille connaître leurs positions à un moment donné passé ou futur. Dans ce but on applique à la partie droite de l'octogone une manivelle qui, tournée sans effort, ajoute par chaque révolution le mouvement d'une année à la position de toutes les planètes, ou bien, lorsqu'on tourne en sens contraire, les fait rétrograder d'autant, de sorte que la position de ces corps célestes peut être représentée telle qu'elle a été dans les derniers cent ans ou bien telle qu'elle sera dans le cours des deux siècles qui suivront. On ramène ensuite le tout au temps présent avec la même facilité, tournant la manivelle jusqu'à ce que le jour et l'an réapparaissent au milieu des dites ouvertures. Ceci étant accompli, il faut enlever la manivelle pour que tout le mécanisme reprenne le mouvement automatique qu'il avait auparavant.

Pour qu'on saisisse d'autant mieux ce qui a été exposé jusqu'ici nous intercalons la figure de l'automate [Fig. 142] [9]) tel qu'il apparait à l'extérieur.

[Fig. 142]



[8]) De Volder et Fullenius ont à tort omis le mot „ter".

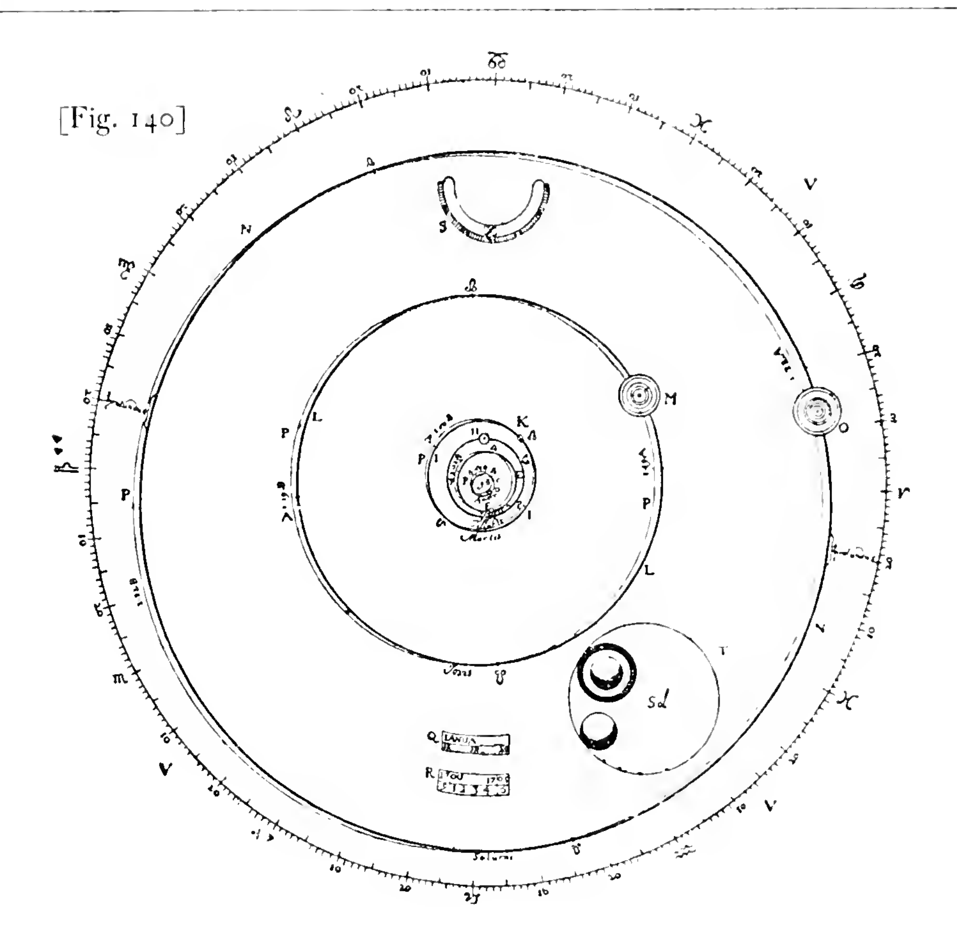
[9]) Cette figure a été omise par de Volder et Fullenius quoique Huygens y eût ajouté en marge: quæ magna describi poterit in pagina in 4°.

Inferiori parte Laminæ, inter Saturni Joviſque orbitas foramina bina ſunt parvo intervallo diſtantia, binoſque pollices longa, dimidium lata, quorum ſuperiore dies Menſis, altero Annus Epochæ noſtræ comparet, itidem ut cætera ſuis orbibus delati & Automati motu volubiles, quorum ille ter 365 dierum æquales diviſiones habet [8]), hic trecentorum annorum. Motus autem ab incluſo horologio oritur, quod idem horas quoque & ſcrupula prima indicat in ſemicirculari foramine inter Jovis ac Martis Orbes parte ſuperiori inciſo. In eo namque numerus horæ cujuſque ordine præterlabens, particulas quoque ſexageſimas una opera demonſtrat.

Movetur autem & manu machina tota, cum vel ſpectaculi gratia Planetarum diſcurſus exigui temporis mora tranſigi placet, vel ad tempus datum futurum præteritumve poſitus eorum requiritur. Tunc enim lateri dextro Octogoni manubrium inſeritur, quod levi manus motu converſum, qualibet circumductione annuum motum planetis univerſis ſuperaddit; vel con|traria ratione agitatum tantundem illos in præ- p. 435.
cedentia retrahit, ut retrorſum quidem in centenos annos, in futurum ad ducenos, quæcunque fuit aut futura eſt cœli poſitura repræſentari queat. Pari vero facilitate omnia rurſus ad præſens tempus reducuntur, converſo manubrio, donec ad puncta dictorum foraminum media dies annuſque reſtituantur. Quo peracto auferendum eſt manubrium, ut rurſus automatico motu omnia ſicuti prius ferantur.

Sed quæ hactenus expoſita ſunt, quo clarius percipiantur figuram hanc Automati, quale extrinſecus apparet, adjicimus [9]).

[Fig. 140]



EXPLICATION DE LA FIG. 140.

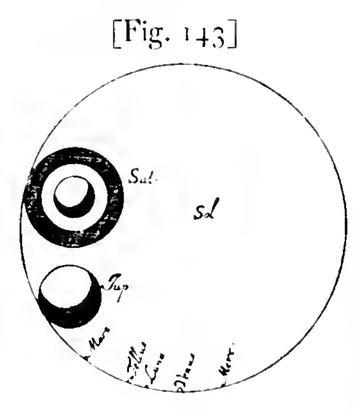
VV. *Ecliptique diviſée en 12 ſignes et 360 degrés.*
B. *Soleil.*
C. *Orbite de Mercure.*
D. *Mercure.*
E. *Orbite de Vénus.*
F. *Vénus.*
G. *Orbite de la Terre.*
H. *La Terre et la Lune tournant autour d'elle.*
I. *Orbite de Mars.*
K. *Mars.*
L. *Orbite de Jupiter.*
M. *Jupiter avec ſes quatre ſatellites.*
N. *Orbite de Saturne.*

EXPLANATIO
TAB. I. FIG. I.

V.V. *Ecliptica divisa in signa 12 & gradus 360.*
B. *Sol.*
C. *Orbita Mercurii.*
D. *Mercurius.*
E. *Orbita Veneris.*
F. *Venus.*
G. *Orbita telluris.*
H. *Tellus cum Luna, quæ circa eam volvitur.*
I. *Orbita Martis.*
K. *Mars.*
L. *Orbita Jovis.*
M. *Jupiter cum quatuor satellitibus.*
N. *Orbita Saturni.*

O. *Saturne avec ſes cinq ſatellites.*
AA. *Sont les lieux des apogées pour les diverſes planètes.*
☊☋ *Indiquent les noeuds des différentes planètes, le premier ſigne le noeud aſcendant, l'autre le deſcendant.*
PP. *Sont les circonférences des cercle des latitudes pour chaque planète.*
Q. *Dénote le mois de l'année et le jour du mois.*
R. *Indique l'année de l'ère chrétienne.*
S. *Montre les heures et les minutes.*
T. *Est une figure indiquant la proportion des planètes au ſoleil ainſi que leurs grandeurs relatives, leſquelles la Fig.* 143 *fait connaître exactement.*

[Fig. 143]



La figure 143 montre la vraie proportion de la dimenſion du diſque ſolaire à ceux de toutes les autres [ſic] planètes.

Il faut ſavoir, qu'il était impoſſible que dans la machine les corps du ſoleil et des planètes fuſſent repréſentés ſuivant les véritables proportions de leurs dimenſions à celles des orbites: il auraient tous été inviſibles à cauſe de leur petiteſſe. C'eſt pourquoi nous les avons tous fait graver à part en un endroit vacant de la table en indiquant les dimenſions de chacun d'eux. Le plus grand cercle y repréſente le ſoleil, les autres les planètes placées contre le bord intérieur du ſoleil pour que les véritables rapports de leurs grandeurs tant entre elles qu'à l'égard de lui apparaiſſent diſtinctement. Ces rapports ont été calculés en tenant compte tant de la comparaiſon des diſtances que de celle des grandeurs des diamètres tels qu'on les obſerve avec le téleſcope, comme cela eſt expliqué dans ce que nous avons écrit jadis ſur les merveilleuſes formes de Saturne [10]). Or, ces corps planétaires ſont bien plus petits par rapport à la grandeur du ſoleil que ne l'ont enſeigné les aſtronomes antérieurs. Il n'eſt pas étonnant que parmi eux les anciens, déjà mentionnés plus haut, qui ne connaiſſaient pas les rapports des orbes entre eux et qui d'autre part meſuraient les diamètres des planètes à l'oeil nu et ſans grande application, ſe ſoient égarés de beaucoup; mais les aſtronomes plus récents, même ceux qui ont écrit après l'invention du téleſcope, ont encore publié des meſures bien différentes des nôtres. Je n'héſite pas à affirmer que ces dernières ſont plus exactes puiſque nous avons en premier lieu obſervé ces aſtres avec de plus grands téleſcopes et que d'autre part nous avons meſuré

[10]) „Systema Saturnium" de 1659, notre T. XV.

O. *Saturnus cum quinque ſatellitibus.*
A.A. *Sunt loca Apogæi in ſingulis planetis.*
☊☋ *Denotant nodos in ſingulis planetis, illum aſcendentem, hunc deſcendentem.*] (p. 436)
P.P. *Sunt circuli latitudinum in ſingulis planetis.*
Q. *Notat anni menſem & menſis diem.*
R. *Notat annum Epochæ Chriſtianæ.*
S. *Monſtrat horas & horarum minuta.*
T. *Figura, quæ denotat Planetarum ad Solem & inter ſe proportionem, quam Fig. 2. accurate exprimit.*

FIG. 2.

Fig. 2. Exhibet veram proportionem magnitudinis diſci Solaris, ad reliquorum omnium Planetarum diſcos.

Cæterum fieri non poterat, ut ipſa Solis & Planetarum corpora ſuis proportionibus ad hunc orbitarum modulum exprimerentur; quippe quæ omnia viſu percipi ob exilitatem nequirent:*) idcirco ſeorſim eos omnes in tabulæ loco vacuo deſcribendos curavimus ea, quæ hic ſignata eſt, magnitudine. Itaque major circulus Solem refert, reliqui Planetas juxta Solem poſitos ut vera eorum tum inter ſe tum ad Solem magnitudinis ratio appareat. Ea vero & ex diſtantiarum & ex diametrorum teleſcopio obſervatorum comparatione conſtituta eſt; quemadmodum in his, quæ de Saturni mirabilibus formis olim conſcripſimus,[10]) eſt explicatum. Sunt quidem hæc Planetarum corpuſcula ad Solis magnitudinem multo exiliora, quam ab aſtronomis qui ante nos fuere ſunt prodita. E quibus priſci illi qui nec orbium inter ſe rationem cognitam habebant, & nudo viſu atque indiligenter prorſus Planetarum diametros metiebantur, non mirum eſt ſi longiſſime aberrarunt; recentiores vero, quique invento jam teleſcopio ſcripſere, etiam hi non parum ab hiſce menſuris noſtris diverſi abierunt. Quas equidem veriores eſſe adſeverare non vereor, quod & ma|joribus organis viſoriis hæc ſidera nos obſervavimus (p. 437) & certiori ratione diametros dimenſi ſimus. Itaque quæ Solem inter cæteroſque Pla-

*) Sur la plaque de devant du planétaire Huygens a fait graver — comparez la Pièce VI de la p. 332 qui précède —: Sciendum est, si ad hanc orbium planetariorum magnitudinem veris proportionibus cætera referantur, Terram tunc planetasque omnes fore ea parvitate quæ cerni omnino nequeat. Solem exigui puncti instar; duploque fere, quam sol, minore diametro orbitam Lunæ. Extremorum vero, Jovis et Saturni, comitum orbitas non majores hujusmodi circellis . . . [voyez les „circelli" de la p. 332].

leurs diamètres d'après une méthode plus ſûre. Le rapport qu'on voit indiqué ici entre le ſoleil et les autres planètes eſt donc certain, ou du moins il ne diffère du rapport véritable ou point du tout ou fort peu [11]). Seul le rapport de la grandeur de la terre à celle du ſoleil a été établi avec moins de certitude: nous l'avons défini en diſant que, puiſque la terre eſt placée entre les aſtres Mars et Vénus, on peut auſſi par hypothèſe adopter pour ſa grandeur une valeur intermédiaire [12]). Ce raiſonnement conduit à une diſtance du ſoleil d'environ 12000 diamètres terreſtres et à une valeur 1 : 110 [13]) pour le rapport du diamètre terreſtre à celui du ſoleil; or, ces valeurs ont été très bien confirmées par la fort ſubtile obſervation de certaines parallaxes poſtérieurement exécutée par d'excellents aſtronomes, obſervation qui leur a permis de calculer la diſtance de Vénus en ſon périgée [14]).

---

[11]) Voyez cependant ce que nous disons sur ce sujet dans l'Avertissement, ou plutôt dans celui du „Cosmotheoros" auquel nous renvoyons le lecteur, ainsi qu'à la p. 199 qui précède.

[12]) Nous avons déjà rappelé cette hypothèse à la p. 308 qui précède.

[13]) Nous avons conservé le nombre 110 des éditeurs de 1703. Huygens avait laissé le nombre en blanc. Dans le „Systema Saturnium" il écrivait pour le même rapport 1 : 111. Comparez la note 25 de la p. 622 qui suit.

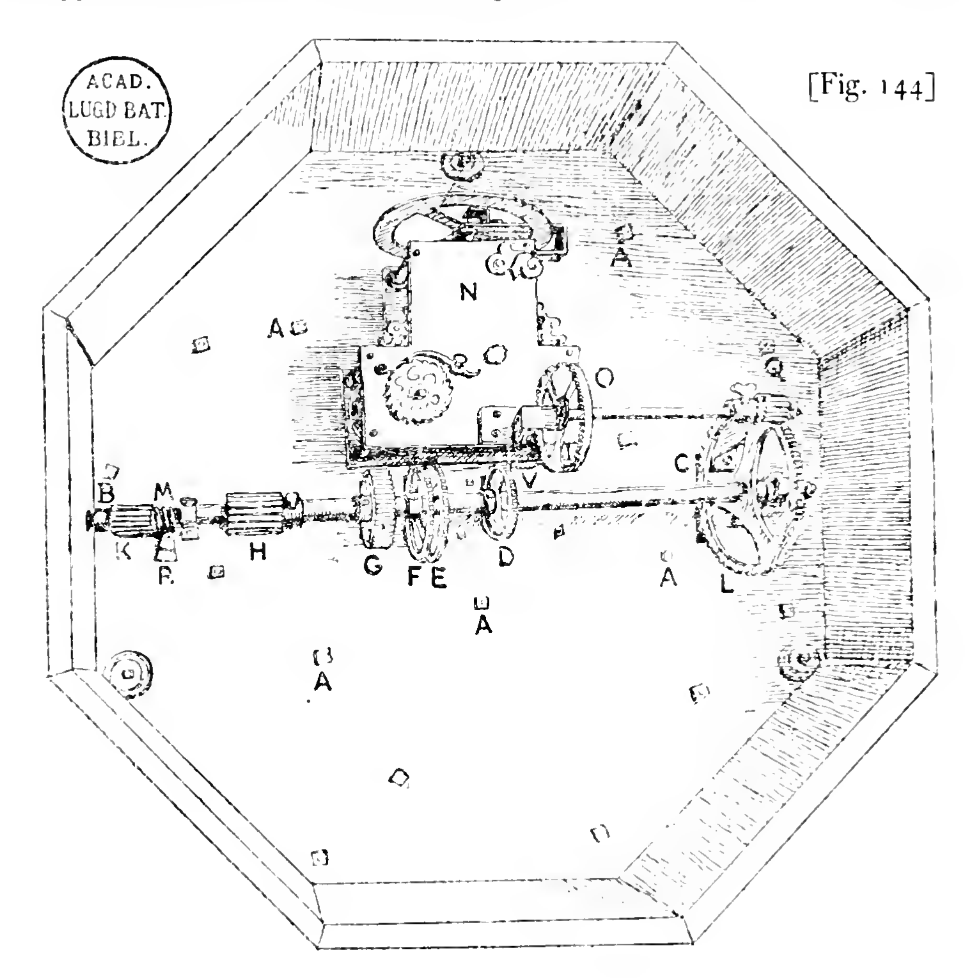
[14]) Nous ne croyons pas qu'en parlant de l'observation de „certaines parallaxes" Huygens ait en vue une mesure de la parallaxe de Vénus, quoique plus haut (p. 359) nous l'ayons entendu parler, dans un passage d'ailleurs biffé, de la parallaxe de cette planète-là. À la p. 331 qui précède, Huygens faisait mention des „mesures des distances des Planetes" par Cassini dont celui-ci parle dans son traité de 1681 sur la comète de 1680—1681; il y est question à la p. 28 du système de la terre et sa lune situé „entre celuy de Venus d'un costé, & celuy de Mars de l'autre" et Picard mentionne „les mesures que j'ay tâché d'en prendre". Ceci pourrait faire croire que Picard a mesuré non seulement la parallaxe de Mars, mais aussi celle de Vénus. Nous ne croyons cependant pas que tel ait été le cas. Il a déjà plusieurs fois été question dans le présent Tome de la mesure de la parallaxe de Mars tant par Cassini que par Richer en 1672. Il est vrai que Richer semble s'être proposé de mesurer aussi celle de Vénus (Delambre, Histoire de l'Astronomie moderne, II, p. 738: „Les objets principaux de ce voyage étaient . . . l'observation . . . des parallaxes du Soleil, de Vénus et de Mars . . ."), mais nous ne voyons pas qu'il ait exécuté ce projet. Dans son article de 1691 (Philos. Transactions, N° 193) „De visibili conjunctione inferiorum planetarum cum sole, dissertatio astronomica", E. Halley ne fait aucune allusion à une mesure déjà obtenue de la parallaxe de Vénus. Cet article se termine comme suit: „At in observando Veneris in Solem ingressu & ab eodem egressu, spatium temporis inter momenta contactuum internorum ad ipsum temporis minutum secundum . . . obtineri potest. Ex duabus autem talibus observationibus in Locis idoneis debite institutis, intra quingentesimam partem certò concludi Solis distantiam proximâ occasione commonstrabo". Comparez, p. 308 qui précède, ce que J. Gregory avait déjà dit en 1663.

„Par une multitude de comparaisons, [Cassini] fait de 25″,5 la parallaxe de Mars; d'où il conclut 9″,5 pour celle du Soleil. On n'a pas eu mieux jusqu'au passage de Vénus" (Delambre, Histoire de l'Astronomie moderne II, p. 741).

La valeur 9″,5 est en effet beaucoup meilleure que celle — 10″18 — que Cassini trouva plus tard; voyez la note 5 de la p. 46 qui précède. Flamsteed dans sa lettre à Cassini de juillet 1673 avait dit que la parallaxe du soleil — il s'agit toujours de la parallaxe horizontale — est „summùm 10″."

netas hic cernitur expressa ratio, ea certa est, atque a vera vel nihil vel minimum quid diversa.[11]) Una tantum Telluris minus liquido comperta est, quam nos hac ratione definivimus; ut sicut loco inter Martis & Veneris stellas media est Tellus, ita ponatur & magnitudine [12]); exinde distantia Solis circiter 12000 Terræ diametrorum efficitur, Terræque diameter ad Solarem ut 1 ad 110 [13]); quas tamen mensuras subtilissima illa parallaxium observatio a summis astronomis postea adhibita, qua Veneris perigæi distantiam ad calculos revocarunt, egregie confirmavit [14]).

Quant au mouvement apercevable au dedans de l'automate [Fig. 144], son agencement est reconnu en considérant attentivement l'intérieur après avoir tourné la boîte. En effet, après avoir enlevé la planche qui recouvre la machine de ce côté, on voit apparaître dans son corps une table de cuivre occupant, comme celle de devant,



tout l'octogone; elle est distante d'un pouce de cette dernière et porte plusieurs petites colonnes. En second lieu un axe transversal de fer se présente à la vue long de deux pieds et pourvu d'un nombre de roues égal à celui des planètes, chaque roue y étant attachée avec une vis passant par le moyeu. Les dents de ces roues s'adaptent à celles d'autres roues plus grandes faisant circuler les différentes planètes et situées entre les deux tables ou plaques. Il y a en outre sur le même axe commun encore une autre roue destinée à faire tourner le cercle des jours et des mois, ainsi qu'une particule d'une vis sans fin, comme on a l'habitude de dire, laquelle par l'intermédiaire d'un

Motus autem, qui in hoc Automato cernitur, ratio converſo pegmate, inſpectaque intus machina cognoſcitur. Reducto enim quod hac parte eam claudit operculo, apparet intus lamina ex ære octogonum totum, uti anterior, occupans, atque ab illa anteriore pollicis unius intervallo remota, & columellis pluribus conſerta. Porro axis quidam ferreus hic apparet bipedalis tranſverſim objectus, ac totidem, quot ſunt Planetæ, rotis inſtructus, quarum unaquæque cochlea una per modiolum trajecta affigitur. Harum rotarum dentes dentibus majorum rotarum Planetas ſingulos circumferentium, interque binas laminas jacentium aptantur. Porro eidem axi communi alia præterea rota inſidet circulo dierum ac menſium convertendo deſtinata; itemque cochleæ, quam

certain petit axe denté, fait tourner, une fois en trois cents ans, un cercle où se trouvent inscrits les chiffres correspondants à chacun d'eux.

Or, la position de cet axe de fer est la suivante: il est horizontal mais non pas parallèle à la grande table dont nous avons parlé: à droite, pour celui qui examine l'intérieur de l'automate, il s'en écarte beaucoup plus que de l'autre côté, ce qui a dû être fait ainsi pour que la conversion de cet axe unique pût suffire pour mettre en mouvement toutes les planètes.

Les nombres des dents ont été trouvés d'après une méthode que nous expliquerons un peu plus loin; ils sont adaptés si exactement aux mouvements moyens qu'en vingt ans il suffit de faire avancer Saturne de 1 minute 34 secondes, Jupiter de 1′ 9″, Mars de 24′ 0″, Vénus de 3° 37′, Mercure de 7′ 47″, la Lune de 1° 31′ [15]). Nous n'avons d'ailleurs pas seulement représenté les mouvements moyens, mais outre ceux-ci l'inégalité qui existe en réalité dans la marche de chacune des planètes, ceci suivant les anomalies établies par Kepler dont l'autorité est fort grande auprès des astronomes [16]). Nous ferons voir en lieu propre comment cette inégalité est obtenue.

On voit en outre de ce côté du planétaire l'horloge automatique attachée à la dite table un peu au dessus de l'axe, par la force de laquelle ce grand axe exécute ses révolutions annuelles entretenant le mouvement continu universel; en effet, le mouvement est transmis par l'horloge à la roue montée sur l'axe que nous avons dit être adaptée au cercle des jours et des mois, comme cela paraîtra plus clairement dans la figure ci-jointe [Fig. 144]. Il serait inutile de décrire l'intérieur de l'horloge, puisque cette invention est bien connue. Elle est mise en mouvement par un ressort spiral. Or, nous avons ici assuré l'uniformité du mouvement par un deuxième ressort hélicoïdal capable de tempérer les oscillations par sa vertu égalisatrice, remède que nous avons conçu en second lieu après l'invention du pendule [17]); il est en vérité moins sûr que celui-ci, puisque la force du ressort augmente ou diminue quelque peu par le froid et la chaleur; mais ici cet agencement était plus apte et plus pratique. Quant au premier ressort, il doit être remonté une fois par semaine.

---

[15]) Ceci s'accorde avec la table de la p. 176 qui précède. Voyez aussi sur ce passage la note 3 de la p. 581 qui précède.

[16]) Les mots „quorum apud astronomos maxima auctoritas" avaient été biffés par Huygens et remplacés par: quas hactenus astronomi plerique sequuntur. Ici aussi (comparez la note précédente) nous avons, avec les éditeurs de 1703, conservé l'ancien texte.

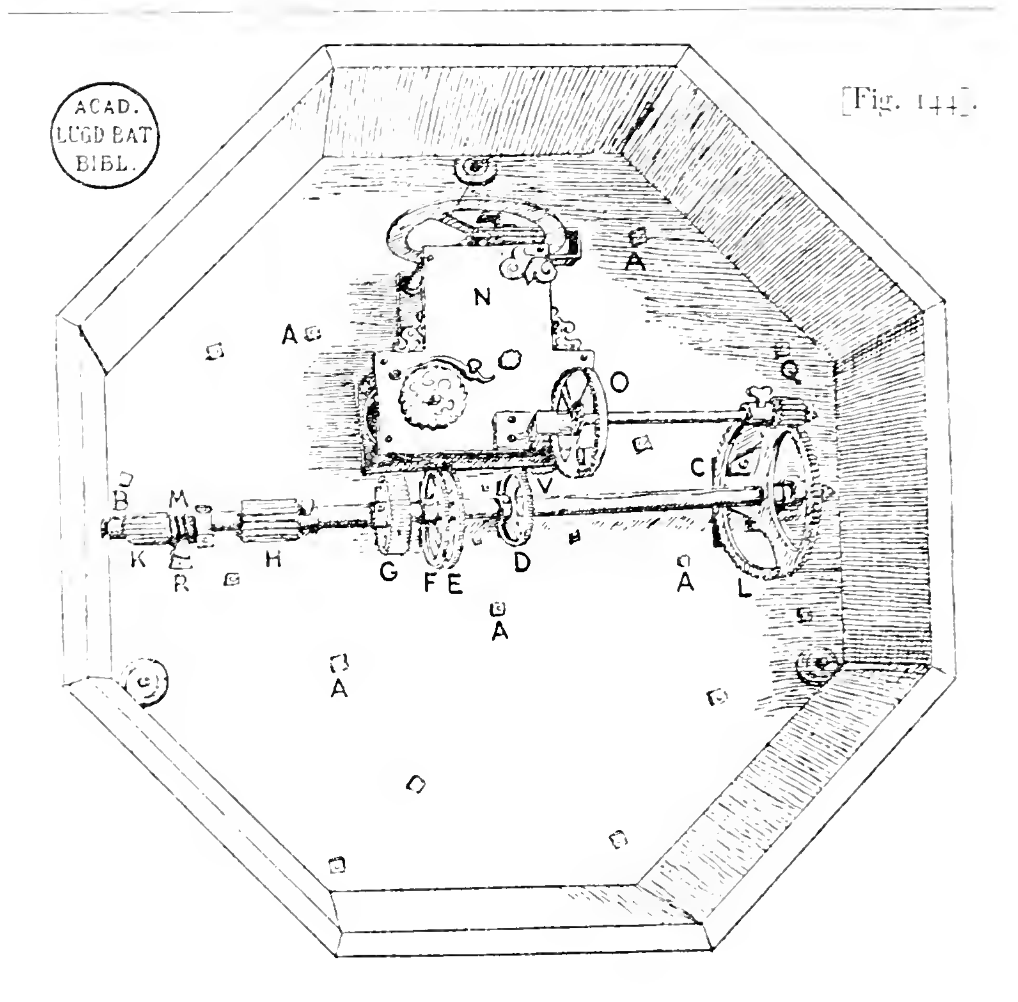
[17]) Consultez sur ce sujet, c. à. d. les remontoirs à ressort moteur, les p. 181—182 du T. XVII.

infinitam vocant, particula, quæ circulum cum infcriptis annis trecentis, totidem annorum fpatio femel circumducit, intercedente axiculo quodam dentato.

Pofitum vero axis ferrei quod attinet, is horizonti quidem parallelus eft, non autem laminæ magnæ quam|jam demonftravimus, fed parte ea, quæ infpicienti dextra eft, multo magis ab illa recedit, quod ita faciendum fuit, ut commodius unius axis converfio omnium planetarum diverfis motibus fufficeret. p. 458.

Dentium vero numeri certa ratione, quam mox exponemus, reperti funt, tamque exacte mediis motibus aptati, ut in annis viginti Saturnus tantum fcrupulo 1, 34″ promovendus fit, Jupiter 1′, 9″. Mars 24′, 0″. Venus gradibus 3. fcrup. 37′, Mercurius 7′, 47″. Luna parte 1, fcrup. 31′[15]). Cæterum non tantum motus medios exhibuimus, fed & cum inæqualitate ea quæ reipfa planetarum curfibus ineft; idque fecundum anomalias a Keplero excogitatas, quarum apud aftronomos maxima auctoritas[16]). Quo pacto autem hæc inæqualitas conficiatur fuo loco oftendemus.

Porro etiam horologium Automaton hac parte confpicitur paulo fupra axem dictæ laminæ adfixum, cujus horologii vi axis ille magnus annuas converfiones facit, ac per eum omnia continuo motu cientur; tranfit enim motus ab horologio in rotam axi infixam quam dierum ac menfium circulo aptari diximus, quemadmodum in adfcripto typo apertius liquebit. Interiora horologii percenfere nihil neceffe eft, cum vulgo notum fit inventum, cujus nimirum vis a lamina in helicem convoluta. Hic vero motus æqualitatem alia ἑλικώδει lamina adjuvimus, quæ libramento recurfus temperaret[17]); quod alterum poft inventa pendula remedium excogitavimus non æque tutum quidem, quod frigore & calore elater vires fuas paulatim quid intendat ac remittat, fed hic aptius convenientiufque. Intenditur autem lamina illa prior motus effectrix feptenis quibufque diebus.|



Explication de la Fig. 144.

A.A. Sont des plaques carrées servant à fixer à l'aide de vis les extrémités des colonnes indiquées dans la Fig. 141 par les lettres TT.

C.B. Est l'axe de fer long de deux pieds.

D. Est la roue, pourvue de 121 dents, qui met en mouvement les roues de Mercure.

E. La roue de Vénus, pourvue de 52 dents.

F. Celle de la Terre, à 60 dents.

G. Celle de Mars, à 84 dents.

H. Celle de Jupiter, à 14 dents.

K. Celle de Saturne, à 7 dents.

L. Roue de 73 dents, met en mouvement le cercle sur lequel sont inscrits les mois et les jours.

p. 43

EXPLANATIO

TAB. 2. FIG. 3.

A.A. *Sunt lamellæ quadratæ, quæ columellarum Fig. 4. Tab. 3. litteris* TT. *designatarum capita cochleis aſtringunt.*

C.B. *Eſt axis bipedalis ferreus.*

D. *Eſt rota, quæ Mercurii rotas movet conſtans dentibus* 121.

E. *Rota Veneris conſtans dentibus* 52.

F. *Telluris, dentibus* 60.

G. *Martis, dentibus* 84.

H. *Jovis dentibus* 14.

K. *Saturni dentibus* 7.

L. *Rota dentium* 73. *movet circulum, cui menſes dieſque inſcripti ſunt.*

M. Eſt une particule d'une vis ſans fin, dont la converſion effectue la révolution en 300 ans par l'intermédiaire de deux roues attachées l'une et l'autre au petit axe déſigné par E dans la Fig. 144 bis; chacune d'elles a 6 dents et l'une d'elles engrène dans la vis ſans fin, l'autre, à l'intérieur, dans les dents de la roue de 300 ans.

N. Eſt l'horloge.

V. La roue par laquelle l'horloge met en mouvement l'axe CB.

P. Sont quatre dents à l'extrémité de l'axe de la roue V[18]).

O. Eſt la roue miſe en mouvement par les dents P; elle en poſſède elle-même 45.

Q. Eſt un tympan monté ſur l'axe de la roue O et poſſédant 9 dents à l'aide deſquelles la roue L, et par celle-ci l'axe, ſont mus.

R. Eſt une plaque de cuivre (attachée à la grande plaque) le petit trou de laquelle eſt occupé par la petite roue E repréſentée dans la Fig. 144 bis.

[Fig. 144 bis]

Dans la Fig. 144 qui repréſente l'aſpect de la machine retournée après l'enlèvement de la planche qui la recouvrait, les plaques carrées indiquées par la lettre A et les autres qui leur ſont ſemblables, tiennent par des vis les extrémités des colonnes qui rattachent à la table qu'on voit de ce côté l'autre table mentionnée plus haut, celle de devant, qui eſt coupée en parties par les orbes des planètes.

L'axe de fer long de deux pieds eſt CB, lequel eſt diſtant de la table de deux pouces du côté où ſe trouve la lettre C.

Les roues montées ſur cet axe ſont circuler les planètes dans leurs orbes, D étant la roue de Mercure, E celle de Vénus, F celle de la Terre, G celle de Mars, H celle de Jupiter, K celle de Saturne. Quant au cercle ſur lequel ſont inſcrits les mois et les jours, c'eſt la roue L qui le meut; et la révolution en 300 ans eſt effectuée par celle de la vis ſans fin M par l'intermédiaire de deux pignons attachés à un même axicule et poſſédant chacun 6 dents, dont l'une engrène dans cette vis et l'autre, intérieurement, dans les dents de la grande roue des 300 ans.

C'eſt donc par les révolutions annuelles du ſeul axe CB (car la roue L et la vis M en ſont auſſi partie) qu'une ſi grande diverſité de mouvements eſt produite. Or, cet axe eſt mis en mouvement par l'horloge de la manière ſuivante. Il y a dans elle une roue V, partiellement viſible dans la figure, qui fait ſes révolutions en 96 heures. A l'autre extrémité de l'axe de cette roue, en P[18]), ont été entaillées quatre dents leſquelles engrènent dans une roue O à 45 dents. L'axe de cette dernière porte également un tympan Q à neuf dents qui engrènent dans les 73 dents de la roue L.

Il faut maintenant figurer les roues planétaires ſituées entre les deux tables pour qu'il apparaiſſe comment elles ſont conſtruites et quel eſt leur mouvement.

[18]) La lettre P fait défaut dans notre figure.

M. *Est cochleæ infinitæ particula, cujus convolutio annorum 300 circuitum efficit, intercedentibus binis rotulis communi axiculo Tab. 3. designato* E *affixis; quibus singulis dentes 6. quarumque altera huic cochleæ convenit; altera interior rotæ annorum 300. dentibus inseritur.*

N. *Horologium.*

V. [illegible] *per quam horologium movet axim* CB.

P. *Sunt dentes quatuor in extremitate axis rotæ* V.

O. *Rota, quæ a dentibus* P. *movetur, & dentes habet* 45.

Q. *Tympanum est axi rotæ* O. *inhærens constans dentibus novem, quibus movetur rota* L *& per eam axis.*

R. *Est lamella ærea huic laminæ majori affixa, cujus orificio parvulo inhæret annulus dentatus* E *Tab. 3. depictus.*|

In schemate adscripto, quæ conversæ machinæ faciem amoto operculo exhibet, (*p.* 440). lamellæ quadratæ, quibus adscriptum est A, reliquæque iis similes, eæ columellarum capita cochleis adstringunt, quibus columellis laminæ, quæ hic cernitur, connectitur anterior illa Planetarum orbibus in partes dissecta.

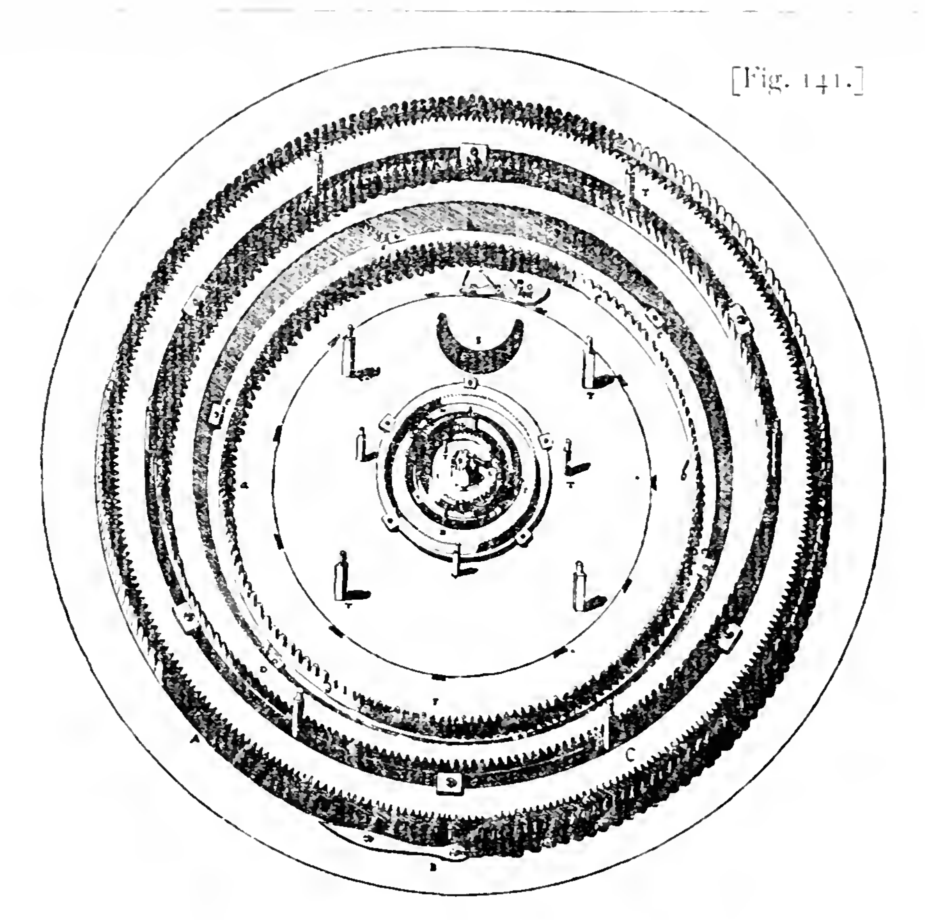
Axis bipedalis ferreus est CB, parte ea, qua C adscriptum est, pollices binos a lamina distans.

In hoc axe defixæ rotæ orbes planetarum circumagunt, D quidem Mercurii, E Veneris, F Telluris, G Martis, H Jovis, K Saturni. Circulum vero cui menses diesque inscripti sunt rota L movet, ac denique annorum 300 circuitum efficit cochleæ M convolutio, intercedentibus rotulis binis communi axiculo affixis, quibus singulis dentes 6, quarumque altera cochleæ huic convenit, altera interior rotæ annorum magnæ dentibus inseritur.

Per unum igitur axem CB annuas conversiones peragentem, (namque & rota L & cochlea M ipsi inhærent) tot motuum diversitas perficitur; axis autem ab horologio hoc modo cietur. Est in horologio rota V, cujus hic particula tantum cernitur horis 96. singulas conversiones faciens. Hujus axi altero capite ad P [18]) dentes additi sunt quaterni, hi inseruntur rotæ O dentibus 45. cui rotæ in communi axi jungitur tympanum Q. novem dentibus incisum; qui denique aptantur dentibus 73 rotæ L.

Oportet nunc & interjectas utrique laminæ planetarum rotas inspiciundas dare, ut quomodo constructæ sint & quo pacto circumeant, appareat.|

[Fig. 141.]



EXPLICATION DE LA FIG. 141.

A. Roue de Saturne à 206 dents.

B. Petit axe portant Saturne.

C. Roue fur laquelle font inferits trois cents ans et fervant à indiquer l'année préfente en faifant une feule révolution en tout ce temps là. Elle a 300 dents et eft mife en mouvement au moyen de la vis fans fin défignée par M dans la Fig. 144, ceci par l'intermédiaire du petit axe denté E [Fig. 144 bis].

D. Roue à 219 dents montrant par fa rotation le mois et le jour du mois.

F. Roue à 166 dents menant Jupiter placé fur le petit axe G.

H. Roue de Mars à 158 dents avec fon petit axe.

I. Roue de la Terre en même temps que de la Lune. Elle a 60 dents.

K. Couronne à 137 dents fermement attaché à la table antérieure de la machine et qui, pendant la révolution de la roue de la Terre, met en mouvement les petites roues portant la Terre et la Lune.

L. Roue de Vénus à 32 dents.

EXPLANATIO

TAB. 3. FIG. 4.

A. *Rota Saturni conſtans dentibus* 206.

B. *Brachiolum, cui Saturnus infigitur.*

C. *Rota eſt, cui anni trecenti inſcribuntur, ut annum deſignet illo temporis ſpatio ſemel circumvoluta. Conſtat dentibus* 300. *Circumvolvitur autem op cochleæ infinitæ, quæ in Tab. 2. Fig. 3. littera* M *deſignatur, idque op axiculi dentati* E.

D. *Rota, quæ menſem diemque menſis ſua circumvolutione oſtendit, conſtans dentibus* 219.

F. *Rota eſt, quæ circumducit Jovem brachiolo* G *infixum. Conſtat dentibus* 166.

H. *Rota Martis cum ſuo Brachiolo conſtans dentibus* 158.

I. *Rota telluris ſimul cum Luna, quæ habet dentes* 60.

K. *Circulus dentatus, qui fixus inhæret anteriori laminæ totius machinæ, & qui, dum rota Telluris circumducitur, movet rotulas, quibus Tellus ſimul cum luna infigitur. Habet autem dentes* 137.

L. *Rota Veneris, conſtans dentibus* 32.

M. Roue de Mercure à 17 dents.

N. Axe fixe à l'une des extrémités duquel eſt attaché le Soleil.

O. Axicule de Mercure attaché d'une part à l'axe du Soleil, de l'autre à la colonne P dreſſée ſur la plaque immobile de la Terre. Il porte deux pignons dont l'un R qui meut la roue de Mercure, a 7 dents, tandis que l'autre Q en a 12. Cet axicule ſe trouve à une diſtance telle du plan de la figure que les roues de Vénus et de Mars peuvent exécuter leurs mouvements ſous lui.

S. Ouverture derrière laquelle tourne la plaque qui montre les heures.

TTTT déſignent les colonnes auxquelles ſont attachés par des vis tous les objets repréſentés dans la Fig. 144.

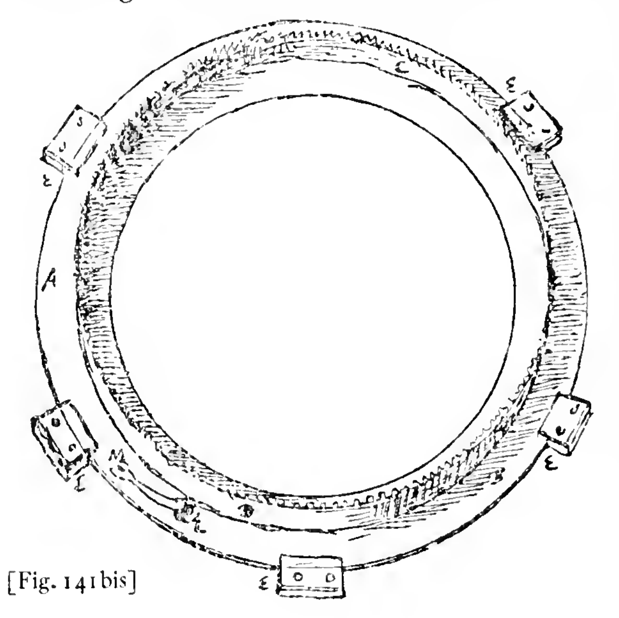
ab. Eſt un anneau plan ſervant à faire décrire ſon orbe à une planète.

cd. Eſt une couronne dentée.

ee. Font des roulettes retenant l'anneau plan en ſon lieu pendant ſa circulation.

lm. Eſt une petite lame.

À chaque planète appartient donc un anneau plan correſpondant à l'amplitude de ſon orbite et ſur lequel une couronne dentée ſe dreſſe perpendiculairement, partout à égale diſtance du contour de l'anneau[19]). Cet anneau, voiſin, à l'intérieur, de la table octogonale antérieure, fait circuler le globule repréſentant le corps planétaire, placé ſur un petit axe attaché à l'anneau, de telle manière que le globule ſe trouve, à l'extérieur, à une petite diſtance de la dite table antérieure. Auprès des circonférences extérieures de ces anneaux ſont placées certaines roulettes attachées à la table lesquelles guident les rotations des anneaux et les empêchent en même temps de ſ'écarter d'elle. Il y en a cinq ou ſix pour les planètes ſupérieures Saturne et Jupiter, vu la grandeur des anneaux qui leur correſpondent, pour les autres quatre ou trois ſuffiſent.



[Fig. 141 bis]

Dans la Fig. 141 l'anneau plan eſt *ab* [ou AB dans la Fig. 141 bis

[19]) Dans le manuscrit Huygens ajoutait: præterquam in Mercurio planeta ut poſtea explicabitur.

M. *Rota Mercurii dentes habens 17.*

N. *Axis fixus, cui ab altera parte Sol infigitur.*

O. *Axiculus Mercurii una ex parte infixus axi Solis, ex altera columellæ v lamellæ Telluris immobili insistenti. Habet autem ille duas rotulas, quarum illa* R, *quæ movet Rotam Mercurii, habet dentes 7. altera vero* Q *dentes 12. Hic autem axiculus ita supra planum hujus figuræ elevatus est, ut Rotæ Veneris & Mercurii sub eo motus suos exercere queant.*| (p. 442).

S. *Apertura per quam lamina horas monstrans circumducitur.*

T. T. T. T *Designant columellas, quibus hæc omnia illi laminæ quam secunda Tabula Fig. 3. repræsentat affiguntur cochleolarum ope.*

ab. Est annulus planus, quo Planeta circumvolvitur.

cd. Armilla dentibus incisa.

ee. Repagula annulum planum in ambitu continentia.

lm. Brachiolum.

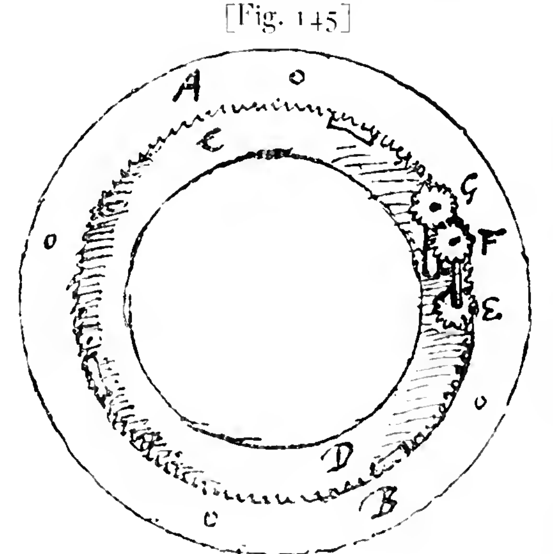
Singulis igitur Planetis annulus planus ad orbitæ eorum amplitudinem dicatus est, cui armilla dentata rectis angulis insistit, æqualiter undique ab annuli peripheria distans [19]). Annulus iste Tabulæ octogonæ anteriori intus applicitus globulum, Planetæ corpus referentem, circumfert, stylo exiguo sibi infixum, quo extra laminam anteriorem tantillo promineat. In circumferentia annuli hujus repagula quædam collocata sunt laminæque adfixa intra quæ circulari motu ipsi moventur, simulque ut ne a jam dicta lamina recedant continentur. Horum in Planetis superioribus Saturno ac Jove quina aut sena adjecta sunt propter annulorum magnitudinem, in reliquis quaterna aut trina sufficiunt.

In figura hic descripta annulus planus est *ab*, super hunc erecta armilla ac dentibus

omise par les éditeurs]; la couronne dentée dressée sur lui est *cd* [ou CD]. Les roulettes guidant l'anneau plan à l'extérieur sont désignées par *ee* [ou EE]. Elles se composent chacune de deux parties, savoir d'une partie inférieure que frise la circonférence extérieure de l'anneau et qui est attachée à part à la table planétaire, et d'une partie supérieure jointe à l'autre par des vis laquelle recouvre tant soit peu le contour de l'anneau et l'empêche ainsi de sortir de son plan comme on peut le voir dans la figure.

C'est donc par de tels anneaux que sont charriées les diverses planètes, parcourant ainsi des orbites circulaires. Si nous avions voulu faire celles-ci elliptiques, ceci aussi aurait été d'une exécution facile, puisque chaque planète n'est pas attachée à l'anneau *ab* lui-même, mais à la petite lame *lm* mobile autour de l'axicule M et attachée, elle, à l'anneau, laquelle porte en L la planète insérée dans un tube; en cet endroit il faudrait faire dans l'anneau un trou un peu plus grand, de cette façon la planète pourrait aisément se mouvoir dans une fente elliptique. Toutefois, comme ces ellipses ne diffèrent que fort peu de circonférences de cercles, il ne nous a pas semblé y avoir une raison suffisante pour les introduire. Mais pour les planètes Saturne et Jupiter nous avons effectué par la dite méthode qu'elles se meuvent un peu plus librement par leurs fentes assez étroites. Tout semblable à ces anneaux est celui sur lequel sont inscrites es divisions des jours; mais le cercle des ans n'a que l'anneau plan seulement pourvu de dents à l'extérieur; nous avons dit plus haut comment il est mis en mouvement. Pour ces anneaux des jours et des ans nous avons trouvé une place entre ceux qui portent Saturne et Jupiter; par conséquent dans la table antérieure les ouvertures par lesquelles on voit ces divisions ont été pratiquées entre les orbites de ces deux planètes.

[Fig. 145]



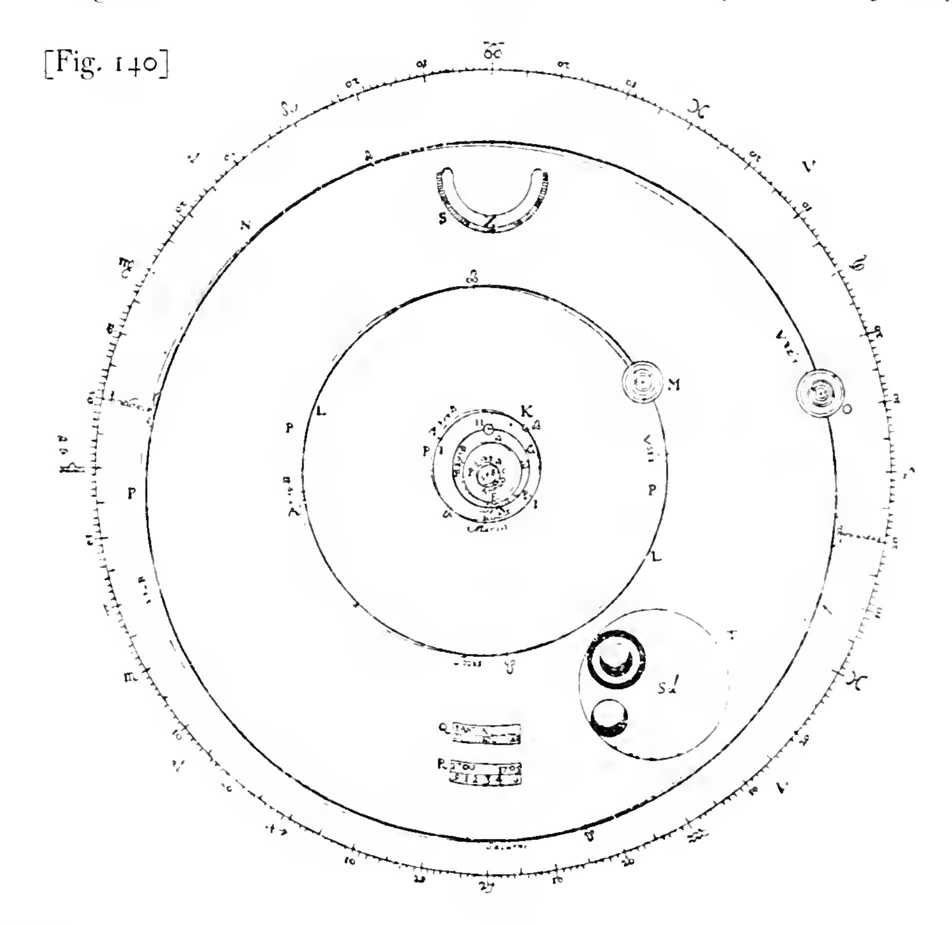
Il faut maintenant faire voir comment le mouvement mensuel de la Lune est obtenu. Qu'on considère la partie de la table antérieure qui est bornée par les orbites de Mars et de la Terre. A cette partie est attaché, par derrière, un anneau portant 137 dents à sa circonférence intérieure; dans la Fig. 145 il est indiqué par les lettres inscrites A B. Cette circonférence dentée est un peu plus grande que l'orbite annuelle de la Terre, et l'anneau AB s'élève un peu au-dessus du plan auquel il est attaché, de sorte que peuvent être placées sous lui les roulettes entre lesquelles tourne l'anneau qui porte la Terre, lequel est indiqué par les lettres C D. L'anneau CD fait tourner avec lui un axicule qu'il porte et qui lui est perpendiculaire, aux extrémités duquel sont attachés les pignons E, F, dont l'inférieure a douze dents

incifa *cd*. Repagula annulum planum in ambitu continentia *ee*. Hæc fingula duabus partibus conftant, inferiore quam extrema annuli circumferentia radit, quæque feorfim laminæ Planetariæ adfixa eft; tum alia huic fuperpofita & cochleis conjuncta, quæ paulum fupra annuli marginem protenditur, atque ut ne excidere poffit impedit, ficut in figura videre eft. |

Hujufmodi itaque annulis finguli Planetæ feruntur, ac circulares orbitas percurrunt. (*p*. 443.) Quod fi Ellipticas voluiffemus, nullo negotio id quoque efficere licebat, defixo fcilicet Planeta non in annulum ipfum *ab*, fed in brachiolum *lm*, ipfi inhærens, quod movetur in axiculo *m*; in *l* vero Planetam tubulo infertum gerat; qua parte annulus laxiori foramine perforandus. Sic enim facile per rimam Ellipticam planeta ducetur. Sed cum parum adeo a circulis Ellipfes iftæ differant, non fatis cauffæ vifum, ut eas adhiberemus. In Saturno autem ac Jove, quo liberius per rimas anguftiores circuli laberentur hac ipfâ ratione effecimus. Eft autem his prorfus fimilis ille, cui dierum divifiones infcriptæ funt; ut annorum circulus folum annulum planum habet dentibus in circumferentia incifis, qui quomodo motum accipiat jam ante dictum. Et his quidem dierum & annorum annulis locus repertus eft inter illos qui Saturni & Jovis Planetas vehunt; Eoque & foramina, quibus divifiones illæ fpectentur, inter iftorum orbitas Planetarum in anteriore tabula funt incifa.

Jam de menftruo Lunæ motu oftendendum qua ratione ordinatus fit. Inter Martis ac Terræ orbitas quod interjacet laminæ Planetariæ fegmentum, in eo intus defixus eft annulus, interiore cirumferentia dentes habens 137, quem in hoc fchemate fignificant infcriptæ literæ AB. Circumferentia hæc dentata paulo major eft orbita terræ annuâ, atque ipfe annulus AB paulum fupra planum, cui affixus eft, attollitur, ut fub ipfo collocari queant repagula, intra quæ volvitur annulus Tellurem ferens, qui notatus eft literis CD. Hic porro annulus axiculum circumfert ad rectos angulos fibi infiftentem, rotulafque utroque capite affixas habentem E, F, quarum inferior duodenos dentes

engrenant dans celles de l'anneau AB, tandis que le pignon ſupérieur en a treize. Ces dernières engrènent dans les 12 dents du pignon G juxtapoſé ayant lui auſſi ſon axe planté dans l'anneau CD; or, cet axe a une cavité regardant la face antérieure de la table planétaire, dans laquelle cavité eſt fixée un petit axe attaché au cercle lunaire. Pour que rien n'empêche la vue des deux pignons E, F, je n'ai cru devoir repréſenter dans la figure ni un certain rétinacle attaché à l'anneau CD lequel tient en place, par



[Fig. 140]

leurs extrémités ſupérieures, les deux petits axes mentionnés, ni auſſi la couronne dentée.

Lorſque l'anneau terreſtre CD tourne ſuivant l'ordre des lettres A E B, révolution qui vue ſur la face de devant de la table procède ſuivant l'ordre des ſignes du zodiaque, il eſt néceſſaire que les pignons E et F tournent à rebours, et le pignon G de nouveau dans le ſens oppoſé à celui de E et F, donc dans le même ſens que l'anneau de la Terre. Or, nous avons dit qu'un petit axe eſt inſéré dans l'axe cave du pignon G, auquel axe eſt attaché le petit anneau qui porte la Lune ſur ſon bord et la Terre en

habet commiſſos dentibus | annuli AB, ſuperior tredecim. Superioris dentes inſeruntur (p. 444.)
dentibus 12 rotulæ G juxta collocatæ, axemque itidem annulo CD infixum habenti, qui quidem axis cavitatem habet in partem anteriorem tabulæ Planetariæ patentem, in quam cavitatem deſigitur ſtylus exiguus ac lunari circello conjunctus. Cæterum nec retinaculum quoddam annulo CD affixum & utroſque, quos diximus, axiculos parte ſuperiori detinens, uti nec armillam dentatam exprimendam duxi, ne quid rotularum EF conſpectum impediret.

Revoluto itaque annulo Terreſtri CD ſecundum ordinem literarum AEB, quæ revolutio anteriori tabulæ parte ſpectata incedit ſecundum ſignorum ordinem zodiaci; neceſſe eſt contrario motu circumire rotulas E & F, atque huic rurſus contrario rotulam G, hoc eſt, in partem eandem cum annulo Telluris: diximus autem in axem cavum rotulæ G ſtylum inſeri, cui cohæret orbiculus Lunam in circumferentia gerens, Tellu-

ſon centre, d'où réſulte que le parcours de la Lune eſt bien ordonné; il paraîtra plus loin juſqu'à quel point il s'accorde avec la période du mois.

Ayant expoſé juſqu'ici les différentes parties de la machine, nous dirons maintenant avec quelles proportions des rayons et de quels centres nous avons décrit les orbites des planètes ſur la table antérieure et auſſi où nous avons placé les points des aphélies et des noeuds; enſuite quel nombre de dents nous avons attribué à chaque roue pour obtenir les bons rapports des mouvements moyens et par quelle méthode nous avons calculé ces nombres; enfin par quelle conſtruction des dents nous avons réuſſi à repréſenter les anomalies telles qu'elles doivent être.

Voici ce que nous avons fait. Après avoir décidé que la grandeur de la table octogone ſerait telle que la perpendiculaire du centre ſur un quelconque des côtés aurait la longueur de $11\frac{1}{2}$ pouces, nous avons décrit avec un rayon de $10\frac{1}{2}$ pouces du même centre, où il faut mettre le Soleil, la circonférence de cercle des ſignes de l'écliptique. [Fig. 140]. Nous avons diviſé cette circonférence en 360 parties et nous avons mis les 12 ſignes chacun en ſon lieu, plaçant celui du Bélier à droite à la hauteur du centre.

Les lieux des aphélies marqués dans un tableau joint à l'écliptique ſont voir dans quelles directions les centres des orbites ont été pris pour chaque planète. Et les valeurs des rapports des rayons compris dans le même tableau ſont connaître auſſi la grandeur de chacun d'eux auſſitôt que la longueur d'un d'eux, ici le rayon de l'orbe terreſtre, eſt donné. Or, nous avons donné à ce dernier rayon la longueur d'un pouce, c. à. d. celle de la douzième partie du pied rhénan. En prenant le rayon de l'orbite de la Terre de 100000 parties, les autres rayons auront les nombres de parties marqués dans le tableau. Les excentricités ici notées ſont auſſi exprimées dans la même unité. Il faut les conſidérer comme portées du centre de l'écliptique, où eſt le lieu du Soleil, vers les lieux des aphélies: leurs extrémités déſignent alors le centre de chaque orbite.

Voulant p.e. décrire la route de Saturne au commencement de l'année de Chriſt 1682, je tire une droite du centre de l'ellipſe au point 27°40' du Sagittaire, je porte ſur elle à partir du même centre 54 parties telles que le rayon de la terre, c. a. d. un pouce, en contient 100: on ne peut pas, à cette petite échelle, prendre plus de décimales. Je trouve ainſi le centre de l'orbite de Saturne. Alors, prenant un rayon de 951 des mêmes parties, je décris l'orbite de la planète et je marque de la lettre A ſon aphélie là où l'orbite eſt coupée par la droite que j'ai dit être tirée du centre. Mais comme dans le ciel toutes les orbites planétaires ſont un certain angle avec l'écliptique ou plan de l'orbite terreſtre, ce dernier étant ici cenſé coïncider avec la ſurface de la table, de telle manière évidemment que chaque plan eſt moitié au deſſus, moitié au deſſous de l'écliptique, il eſt clair que ce ne ſont pas les orbites des planètes elles-mêmes que nous avons décrites mais leurs projections orthogonales ſur le plan de l'écliptique, projections que nous conſidérons cependant comme étant elles-mêmes les orbites, vu que c'eſt d'après elles qu'on examine le mouvement longitudinal de la planète, quoique ce ne ſoient en vérité que les orbites rapportées au plan de l'écliptique.

rem vero in centro; quare recte ordinatus eſt Lunæ circuitus; quam bene vero tempori Menſis Periodici conveniat inferius manifeſtum fiet.

Expoſitis hactenus ſingulis machinæ partibus, dicemus jam, quibus ſemidiametrorum inter ſe proportionibus, quibuſque centris orbitas Planetarum in Tabula anteriore deſcripſerimus, item ubi Apheliorum ac Nodorum puncta conſtituerimus; deinde quem dentium numerum rotæ cuique tribuerimus, ut mediorum motuum conſtaret ratio, deque ejuſmodi numerorum inventione; ac denique qua dentium conſtructione debitas motuum anomalias expediverimus.

Igitur octogonæ laminæ ſtatuta hac magnitudine, ut quæ ex centro in latus perpendicularis ducitur ſit pollicum $11\frac{1}{2}$, centro eodem, ubi & Sol collocandus, cir|culum (p. 445. Eclipticæ ſignorum deſcripſimus radio pollicum $10\frac{2}{3}$. Hunc circulum in partes 360 partiti ſumus, Signaque 12 ſuis locis adſcripſimus, collocato Arietis ſigno in parte, quæ ſpectanti ad dextram eſt, ac pari cum centro altitudine.

Porro Apheliorum loca in laterculo adjecto notata, in quam partem uniuſcujuſque Planetariæ orbitæ centrum ſumptum fuerit, declarat. Ex proportione vero ſemidiametrorum juxta collocata etiam menſura harum linearum intelligitur, ſi una ipſarum quæ eſt orbitæ Telluris ſemidiameter definita fuerit, quam quidem pollicis unius ſtatuimus, ſeu pedis Rhenolandici duodecimam partem, qualium enim hæc partes 100000 continere cenſetur, talium radii orbitarum cæterarum partes in laterculo deſcriptas habent. Earundem quoque partium ſunt excentricitates hic adnotatæ, quas ex centro Eclipticæ, ubi locus Solis, verſus Apheliorum loca accipere oportet, atque ibi centra cujuſque orbitæ ſignare.

Ita ex. gr. Saturni orbitam deſcripturus initio Anni Chriſti 1682. lineam ex Eclipticæ centro duco ad Sagittarii grad. 27, ſcr. 40'. in ea pono ex centro eodem particulas 54, qualium ſemidiameter orbitæ telluris ſive pollex unus 100 continet, non poſſumus enim in hac parvitate ulteriores minutias proſequi. Ita centrum orbitæ Saturni reperio. Tum deinde accepto ſemidiametro partium earundem 951, orbitam Planetæ deſcribo, cujus Aphelium ſigno litera A ad interſectionem rectæ ejus, quam ex centro ductam oſtendi. Cum vero orbitæ Planetariæ in cœlo omnes non nihil declinent a plano Eclipticæ ſeu plano orbitæ telluris, quod planum hic ipſius tabulæ ſuperficies eſſe intelligitur; ut nimirum dimidiâ ſui parte ſupra attollantur, altera dimidia infra deſcendant, perſpicuum eſt, non eſſe ipſas Plane|tarum orbitas, quæ a nobis (p. 446. ſunt deſcriptæ, ſed lineas ejuſmodi in quas incidunt ductæ in Eclipticæ planum perpendiculares ex orbitarum quibuſlibet punctis, quas tamen lineas pro orbitis ipſis habemus, quod ſecundum illas Planetæ motus in longitudinem examinetur; revera autem ſunt orbitæ ad Eclipticæ planum reductæ. Itaque puncta bina, quibus orbita quæque

Nous avons indiqué par leurs signes ☊ et ☋ les deux points, appelés noeuds, où chaque orbite coupe le plan de l'écliptique, signes dont le premier est attribué au noeud ascendant, celui à partir duquel la planète va du côté boréal par rapport à l'écliptique, côté qui doit être censé se trouver au dessus de la table, le second au noeud descendant, c.à.d. au point où la planète passe dans l'hémisphère austral. Ces noeuds se trouvent suivant le sentiment universel des astronomes opposés l'un à l'autre sur une droite passant par le centre du soleil, quoique ceci ne semble pas être tout-à-fait exact, comme nous le dirons plus amplement en un lieu propre[20]). Ici nous avons marqué dans un tableau les lieux des noeuds ascendants ainsi que les angles ou inclinaisons des plans des orbites planétaires par rapport à celui de l'écliptique, d'après les auteurs qui nous semblent les plus dignes de foi, e.a. en faisant usage pour Vénus et Mercure des résultats les plus récents d'observateurs qui ont vu passer ces planètes sur le disque du soleil[21]).

POUR LE 1 JANVIER DE L'ANNÉE 1682[22])

	Aphélies	Noeuds ascendants	Inclinaisons	Rayons des orbites planétaires	Excentricités dans les mêmes unités
de Mercure	15°11'19" ♐	14°29'47" ♉	6°54'0"	38806	8149
de Vénus	2°59'44" ♒	13°54'52" ♊	3°22'0"	72400	500
de Mars[23])	0°30'17" ♍	17°38'12" ♉	1°50'30"	152350	14115
de la Terre[23])	7° 7'20" ♋			100000	1800
de Jupiter	7°55'43" ♎	5°30'42" ♋	1°19'20"	519650	25058
de Saturne[24])	27°39'46" ♐	21°36'26" ♋	2°32'0"	951000	54207

Rapport du diamètre de l'anneau de Saturne à celui du Soleil . . . . . 11 : 37 [25])
" " " " " " " " " " globe de Saturne 9 : 4
" " " " Jupiter " " " Soleil . . . . . . 2 : 11
" " " " Mars " " " " . . . . 1 : 166

[20]) Huygens reprend ici une idée qu'il semblait avoir abandonnée en 1686 (fin de la p. 310 qui précède). Nous ne trouvons rien sur cette question dans le „Cosmotheoros".

[21]) Ceci ne s'applique en réalité qu'à Mercure seul: voyez la note suivante.

[22]) On trouve déjà à la p. 149 qui précède les mêmes valeurs, empruntées aux Tables Rudolphines, des longitudes des aphélies et des noeuds ascendants, excepté dans le cas du noeud ascendant de Mercure où Huygens a pris la valeur de Gallet: voyez la p. 177 qui précède. Les rayons des orbites et les excentricités sont tous les mêmes que chez Kepler; voyez la p. 148 qui précède. Les inclinaisons — comparez la p. 177 qui précède — sont également celles qu'on trouve dans les Tables Rudolphines.

[23]) C'est apparemment par inadvertance que Huygens a interverti ici les places de la Terre et de Mars.

[24]) Voyez sur la longitude de l'aphélie de Saturne la note 42 de la p. 149 qui précède.

[25]) Avec l'exception de ce qui se rapporte à Mercure, on trouve tous ces rapports dans le „Systema Saturnium" de 1659 (T. XV). Seulement Huygens y avait écrit pour le cas de la terre et du soleil 1 : 111 au lieu de 1 : 110.

planum Eclipticæ interſecat (hi nodi vocantur) ſuis ſignis ☊ & ☋ notavimus, quorum illud nodo aſcendenti tribuitur, unde nimirum Planeta ad partes Eclipticæ boreas feratur, quas ſupra tabulam exiſtere intelligendum; alterum nodo deſcendenti, quo præterito in partes auſtrinas tranſeat. Hi vero in eadem linea recta per Solis centrum ducta oppoſitos locos obtinent communi Aſtronomorum conſenſu, etſi non plane ad amuſſim res ſeſe hoc modo habere videatur, ut ſuo loco amplius declarabitur [18]). Cæterum loca nodorum aſcendentium; Et quali angulo plana orbitarum Planetarum ad Eclipticæ planum inclinentur in tabella hic expreſſimus; auctores eos ſecuti qui maxime nobis probandi videntur; adeoque in Venere & Mercurio recentiſſimorum adhibitis obſervationibus, quibus in Sole ipſo hi Planetæ apparuerunt [21]).|

ANNO 1682. Januarii 1mo. [22]) (p. 447).

	Aphelia	*Nodi aſcendentes*	*Inclinationes*	*Semid. orbium Planetarum*	*Excentricitates in iiſdem partibus*
	Gr. ′ ″	*Gr.* ′ ″	*Gr.* ′ ″		
Mercurii	15 : 11 : 19 ♐	14 : 29 : 47 ♉	6 : 54 : 0	38806	8149
Veneris	2 : 59 : 44 ♒	13 : 54 : 52 ♊	3 : 22 : 0	72400	500
Martis [23])	0 : 30 : 17 ♍	17 : 38 : 12 ♉	1 : 50 : 30	152250	14115
Telluris [23])	7 : 7 : 20 ♋			100000	1800
Jovis	7 : 55 : 43 ♎	5 : 30 : 42 ♋	1 : 19 : 20	519650	25058
Saturni [24])	26 : 39 : 46 ♐	21 : 36 : 26 ♋	2 : 32 : 0	951000	54207

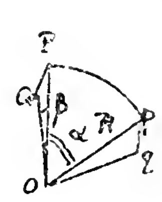
Diam. annuli Saturni ad diamet. Solis *ut* 11 *ad* 37 [25])
Diam. annuli *ad diametr. globi Saturn. ut* 9 *ad* 4
Diam. Iovis *ad diametr. Solis* *ut* 2 *ad* 11
Diam. Martis *ad diametr. Solis* *ut* 1 *ad* 166

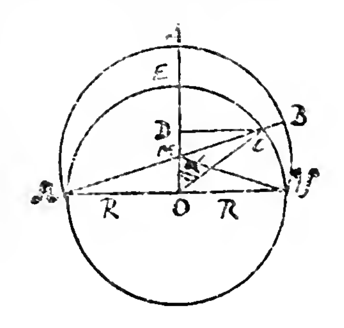
Rapport du diamètre de la Terre à celui du Soleil.		1 : 110
„ „ „ „ Vénus „ „ „ „		1 : 84
„ „ „ „ Mercure „ „ „ „		1 : 308 [26])

Pour qu'on puiſſe auſſi connaître les latitudes apparentes des planètes nous avons décrit de part et d'autre ſur la ligne droite qui joint les noeuds oppoſés des arcs de circonférence de cercle, l'un en dehors de la partie ſeptentrionale de l'orbite, l'autre en dedans de ſa partie méridionale, leſquels ont chacun à la partie nommée correspondante, là où la diſtance eſt la plus grande, une diſtance égale à celle qu'en ces endroits l'orbite elle-même devrait avoir de l'écliptique, étant ſituée ſoit au deſſus ſoit au deſſous de ſon plan; nous avons marqué en ces endroits les angles d'inclinaiſon. Mais lorſque la planète ſe trouve en un point quelconque de la projection de ſon orbite, et qu'on prend la plus courte diſtance de ce point à l'arc adjoint, celle-ci indiquera avec une grande approximation la diſtance de la véritable orbite de la planète au plan de l'écliptique [27]), et en comparant cette diſtance avec celle de la planète à la

[26]) La valeur 1 : 308 s'accorde à peu près avec celle du rapport du diamètre de Mercure à celui du soleil qu'on trouvera plus loin (p. 697) dans le „Cosmotheoros". C'est pourquoi nous croyons pouvoir renvoyer le lecteur à ce dernier endroit (note 19).

[27]) Soit R le rayon de l'orbite de la planète et β l'angle de son plan POp avec celui de l'écliptique (QOq). Donc $\angle POQ = \beta$. PQ, perpendiculaire au plan QOq, étant la plus grande distance de la planète P à ce plan. $PQ = R \sin \beta$. Lorsque la planète se trouve en p, l'angle POp étant désigné par α, on aura pour sa distance au plan QOq $pq = R \sin \beta \cos \alpha$, puisque $pq : PQ = R \cos \alpha : R$. Dans la deuxième figure il faut donc, d'après Huygens, pour la partie septentrionale de l'orbite, prendre un arc de cercle — l'arc adjoint — qui passe par les points ☊, ☋ et A, où ☋E et E☋ sont des quarts de circonférence et où $AE = R \sin \beta$. La figure est tracée dans le plan de l'écliptique et la projection ☊ E ☋ de l'orbite de la planète sur ce plan y est, elle aussi, considérée comme une circonférence de cercle. La projection de l'angle α est donc considérée comme étant elle aussi égale à α. Soit M le centre de l'arc adjoint. Soit $\angle EOC = \alpha$, la planète (ou plutôt sa projection) se trouvant en C. MCB étant une droite, CB est la plus courte distance de la planète à l'arc adjoint. Huygens dit qu'on a approximativement $CB = R \sin \beta \cos \alpha$. En effet, puisque $MA = M$☋, la distance MO ou x se tire de l'équation $R(1 + \sin \beta) - x = \sqrt{R^2 + x^2}$, ce qui donne, en négligeant les puissances de $\sin \beta$ supérieures à la première, $x = R \sin \beta$, de sorte qu'on a approximativement $MA = R$. Il faut démontrer que $MC + R \sin \beta \cos \alpha$ a aussi approximativement la valeur R. Or $MC^2 = MD^2 + DC^2 = (R \cos \alpha - x)^2 + R^2 \sin^2 \alpha = R^2 - 2Rx \cos \alpha + x^2$. Négligeant ici aussi les puissances de $\sin \beta$ supérieures à la première, on obtient $MC = R - R \sin \beta \cos \alpha$. C. Q. F. D.





Diam. Terræ	*ad diametr. Solis*	*ut*	1 *ad* 110
Diam. Veneris	*ad diametr. Solis*	*ut*	1 *ad* 84
Diam. Mercurii [26])	*ad diametr. Solis*	*ut*	1 *ad* 308

Porro ut apparentes Planetarum latitudines cognoſcere liceat ſuper linea recta nodos oppoſitos jungente arcus circumferentiæ circularis utrinque deſcripſimus, alterum extra orbitæ portionem boream, alterum intra portionem auſtralem, tanto intervallo ab ipſis portionibus, ubi maxime abſunt, recedentes, quanto orbita ipſa ſupra atque infra planum Eclipticæ iis ipſis in locis extare deberet: atque ibidem angulos inclinationis adſcripſimus. In quocunque vero orbitæ ſuæ reductæ puncto Planeta reperietur, ſi ab eo puncto ad adſcriptum arcum minima diſtantia accipiatur, ea quam proxime intervallum indicabit, quo ab Eclipticæ plano illic vera Planetæ orbita recedit [27]), quod intervallum cum diſtantiâ Planetæ a Tellure comparando, ipſe quoſque latitudinis angulus ex p. 44
triangulorum doctrina facile inveſtigabitur [28]); atque hæc de exteriore Automati forma deque uſu ejus dixiſſe ſufficiat: Nune ad interiorem fabricam pergamus.

terre, l'angle de la latitude pourra facilement être calculé par voie trigonométrique [28]). Qu'il suffise d'avoir dit ce qui précède sur la forme extérieure de l'automate et sur son usage. Occupons-nous maintenant de l'agencement intérieur.

Les nombres des dents des roues ont été trouvés de la manière suivante. Nous avons comparé entr'eux le mouvement moyen annuel, ou de 365 jours, de chaque planète sous l'écliptique [29]) avec le mouvement moyen annuel de la terre, tels que l'un et l'autre sont consignés dans les tables astronomiques, en réduisant les mouvements dans les arcs entiers en tierces ou soixantièmes parties de secondes. Comme les nombres ainsi obtenus ont entr'eux la même proportion que les arcs des circonférences de cercle décrits simultanément dans leurs orbites par la planète considérée et par la terre, il s'ensuit que les périodes de l'une et de l'autre sont exprimées par le contraire du même rapport, lequel doit donc aussi, à moins que l'on ne prenne le même rapport exprimé par des nombres plus petits, être celui des dents des roues, savoir d'une part la roue planétaire, d'autre part la roue montée sur le grand axe laquelle engrène avec elle. En effet, par chaque révolution de l'axe la Terre parcourt son orbite entière, puisque nous donnons des nombres de dents égaux à la roue qui porte la Terre et à celle de l'axe qui lui correspond, p.e. 60 ou tel autre nombre qui leur convient.

Toute la question se réduit donc à ceci: étant donnés deux grands nombres ayant entr'eux un certain rapport, en trouver d'autres plus petits pour les dents des roues qui ne soient pas incommodes par leurs grandeurs et qui aient entr'eux à peu près le même rapport, de telle façon qu'aucun couple de nombres plus petits ne fournisse un rapport plus approchant de la vraie valeur. Mais nous rendrons la chose plus claire par un exemple. Supposons donc qu'il faille trouver les dents de la roue de Saturne et celles de la roue plus petite, indiquée par la lettre K dans la Fig. 144, qui la meut et est elle-même montée sur l'axe.

Le mouvement annuel de Saturne — je me base tant ici qu'ailleurs sur les plus récentes Tables de Riccioli — est dit avoir la valeur $12^\circ 13' 34'' 18'''$ [30]). Celui de la Terre, que Riccioli appelle celui du Soleil, est de $359^\circ 45' 40'' 31'''$ [31]). Réduisant l'une

[28]) D'après ce qui précède l'angle de la latitude sera le produit de l'angle d'inclinaison par cos α, ou, si l'on veut, ce sera l'angle dont la tangente trigonométrique (en considérant celle-ci, à la façon moderne, comme un rapport de deux longueurs) est exprimée par $\frac{CB}{R}$.

[29]) Comparez la p. 167 qui précède.

[30]) Comparez sur l'endroit de Riccioli où l'on trouve cette valeur la note 9 de la p. 179 qui précède.

[31]) „Astronomia reformata" Lib. I, cap. IV „De quantitate anni æquinoctialis motuque diurno et annuo solis". Le „motus annuus" du soleil est suivant Riccioli $359^\circ 45' 40'' 30''' 56^{IV} 5^{V} 1^{VI}$. Le mouvement annuel de Saturne (note précédente) y est donné avec la même exactitude. Il s'agit de mouvements accomplis en 365 jours. Comparez la p. 179 qui precède.

Dentium in rotis numerus hoc modo a nobis inventus fuit; Motum Medium cujusque ſub Ecliptica[29]) Planetæ annuum ſeu dierum 365 ad Telluris Medium annuum motum, quales in Tabulis Aſtronomicis exhibentur, comparavimus; reductis ad tertios ſcrupulos arcubus eorum motuum integris. Numeri hinc orti, cum eam inter ſe proportionem habeant, quam arcus circulorum eodem tempore a Planeta, atque a Tellure in orbitis ſuis emenſi, ſequitur tempora utriuſque Periodica ejuſdem rationis contrariam continere; quam itaque, vel ſimilem minoribus numeris expreſſam, etiam dentium numeri habere debent, quibus nempe rota tum Planetaria, tum altera ipſi congruens, atque axi magno impoſita incidantur: ſingulis enim axis hujus converſionibus Tellus integram orbitam ſuam percurrit: quoniam æqualem dentium numerum rotæ Tellurem ferenti, itemque ei, quæ in axe magno reſpondet, attribuimus, ſexagenarium puta, vel alium pro lubitu, qui commode in rotas inducatur.

Huc itaque res tota recidit ut datis numeris duobus magnis certam inter ſe rationem habentibus, alii minores inveniantur rotarum dentibus multitudine ſua non incommodi, quique eandem proxime rationem ita exhibeant, ut nulli ipſis minores propius. Sed exemplo rem totam melius exponemus; Sunto igitur inveniendi dentes in rota Saturni, inque minore illam movente, quæ axi magno eſt impoſita, quam indicabat ſuperius litera κ.

Annuus Saturni motus (ſequor autem tum in hoc tum in cæteris Riccioli recentiſſimas Tabulas) prodi|tus eſt gr. 12, 13′, 34″, 18‴[30]). Annuus Telluris, quem ille Solis (p. 449).
vocat, gr. 359°, 45′, 40″, 31‴[31]). Reductis igitur omnibus ad ſcrupula tertia, ſit propor-

et l'autre à des tierces, on obtient le rapport 2640858 : 7708431 [32]). Par conséquent, comme le dernier nombre est au premier, ainsi est la période de Saturne au temps dans lequel la Terre accomplit sa révolution autour du Soleil; partant le nombre des dents de la roue de Saturne doit avoir, avec la meilleure approximation pratiquement possible, ce même rapport au nombre des dents de sa roue motrice. Pour trouver donc des nombres plus petits qui expriment approximativement ce rapport, je divise le plus grand nombre par le plus petit, puis le plus petit par le reste de la première division et ensuite ce reste par le nouveau reste. Continuant ainsi je trouve que la première division donne

$$29 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{5} + \frac{1}{1} + \frac{1}{4} \text{ etc.}$$ [33])

c. a. d. un nombre plus une fraction à numérateur 1 dont le dénominateur possède de nouveau une fraction adjointe à numérateur 1 et dont le dénominateur est composé de la même manière; et ainsi de suite. Poursuivant ce calcul aussi longtemps que possible, on parvient enfin par la division à un reste 1.

Or, lorsqu'on néglige à partir d'une fraction quelconque les derniers termes de la série, p.e. ici la fraction $\frac{1}{5}$ [33]) et celles qui la suivent, et qu'on réduit les autres plus le nombre entier à un commun dénominateur, le rapport de ce dernier au numérateur, sera voisin de celui du plus petit nombre donné au plus grand; et la différence sera si faible qu'il serait impossible d'obtenir un meilleur accord avec des nombres plus petits. Le mode de la réduction est aisé; en effet, les dernières fractions, par lesquelles nous commençons, savoir $\frac{1}{2} + \frac{1}{1}$

---

[32]) C'est le rapport qu'on trouve aussi à la p. 103 du Manuscrit F. Voyez la l. 12 de la p. 179 et la l. 10 de la p. 180 qui précèdent.

[33]) Cette fraction continue correspond exactement au quotient 7708431 : 2640858. Les éditeurs de 1703 ont donc à bon droit corrigé en ce sens la fraction du manuscrit

$$29 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} \text{ Etc.}$$

Nous observons encore à ce sujet qu'à la p. 94 du Manuscrit F — il a été question de ce calcul à notre p. 179 qui précède — Huygens avait trouvé pour Saturne 3095277 : 105190 ou $29 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{6} + \frac{1}{9}$ et plus tard (note 9 de la p. 179) autre chose encore.

tio 2640858 ad 77708431 [32]). Itaque quam rationem habet posterior horum numerus ad priorem, eam habet Saturni tempus Periodicum ad tempus, quo circa Solem Tellus convertitur, ac proinde & rotæ Saturniæ dentium numerus ad suæ motricis rotæ dentes hanc rationem quam proxime servare debet. Inveniendis igitur numeris minoribus qui proxime rationem istam exprimunt; divido majorem per minorem, & rursus minorem per eum qui a divisione relinquitur, & hunc rursus per ultimum residuum, atque ita porro continenter pergendo invenio quod sit ex primâ divisione

$$29 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{5 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{4 \text{ \&c}}}}}}}$$ [33])

nempe numerum cum adjuncta fractione, cujus fractionis numerator est unitas, denominator vero rursus fractionem adjunctam habet, cujus numerator unitas, denominator similiter ac præcedens componitur; idque ita consequenter; qua via, si, quo usque potest, continuetur, eo devenitur, ut a divisione tandem unitas supersit.

Jam ab hac fractionum serie posteriores aliquousque præcidendo, velut hic $\frac{1}{5}$ [33]) cum cæteris deinceps sequentibus, reliquasque cum numero ipsas præcedente reducendo ad communem denominatorem, erit hujus ad numeratorem ratio propinqua ei, quam datorum numerorum minor habet ad majorem; adeo quidem ut minoribus numeris propius ad eam accedere non liceat. | Reductionis modus facilis est; nempe (p. 450)
posteriores, unde hic incipimus fractiones, $\frac{1}{2 + \frac{1}{1}}$, tantundem valent ac $\frac{1}{3}$, unde ad

valent $\frac{1}{3}$; paſſant à celle qui précède immédiatement et réduiſant, $\frac{1}{2+\frac{1}{3}}$ donne $\frac{3}{7}$; prenant enſuite avec la fraction le nombre entier et réduiſant de nouveau, $29+\frac{3}{7}$ donne $\frac{206}{7}$. Par conſéquent le rapport 7 : 206 eſt voiſin de 2640858 : 77708431. C'eſt pourquoi nous avons donné 206 dents à la roue de Saturne et 7 à ſa roue motrice. Quant à la thèſe qu'il eſt impoſſible de trouver des nombres plus petits exprimant le rapport propoſé avec une plus grande approximation, nous la démontrerons comme ſuit. Il eſt d'abord certain, d'après la Prop. 1 du Livre 7 d'Euclide [34], que les nombres réſultant d'une réduction de cette eſpèce ſont premiers entr'eux. En effet, notre diviſion continue n'eſt autre choſe que cette ſouſtraction euclidienne, et en l'appliquant à nos nombres 206 et 7 obtenus par la réduction, il eſt clair qu'on aboutit enfin au reſte 1, puiſque le numérateur de toutes les fractions eſt l'unité. Suppoſé que deux autres nombres fourniſſent une meilleure approximation au rapport des grands nombres, il eſt néceſſaire, lorſqu'on effectue la diviſion continuelle du plus grand par le plus petit juſqu'à ce qu'il reſte 1, qu'ils donnent le quotient 29 avec les mêmes fractions adjointes que plus haut, mais continuées outre le terme d'où nous étions partis dans notre réduction qui nous faiſait trouver les nombres 7 et 206. En effet, il eſt impoſſible de s'approcher davantage d'une autre manière du quotient de la première diviſion lequel comporte toutes les dites fractions juſqu'au bout de la ſérie. Il ſerait donc néceſſaire, vu que la diviſion continue de 206 par 7 donne

$$29+\frac{1}{2}+\frac{1}{2}+\frac{1}{1},$$

que par les diviſions du même genre correſpondant aux nombres plus approchés, une fraction au moins fût ajoutée à celles-ci, ſoit $\frac{1}{7}$ ſoit une autre, pour pouvoir ſe rapprocher du quotient univerſel mieux qu'en s'arrêtant à $\frac{1}{1}$. Mais il réſulte manifeſtement de cette concluſion que les nombres deviennent plus grands par cette réduction que lorſqu'on part d'une fraction antérieure, puiſque par l'adjonction de chaque fraction réduite on obtient une fraction compoſée de nombres premiers entr'eux et qui par conſéquent ne peut être réduite à d'autres plus petits, ce qui deviendra évident pour celui qui examine la choſe en ayant égard au théorème ſuivant aiſément démontrable: étant donnés deux nombres premiers entre eux, chacun d'eux eſt premier à la ſomme de lui-même ou d'un multiple de lui-même et de l'autre nombre. En effet, s'il n'en était pas ainſi, le nombre conſidéré meſurerait le nombre compoſé; or, il en meſure

[34]) Datis duobus numeris inæqualibus et minore semper per vicissim a maiore subtracto, si reliquus nunquam proxime antecedentem metitur, donec relinquitur unitas, numeri ab initio dati primi erunt inter se (traduction de Heiberg, édition de 1884, des Éléments d'Euclide).

proxime præcedentem pergendo ac reducendo $\frac{1}{2+\frac{1}{3}}$, faciunt $\frac{3}{7}$; denique & numerum integrum includendo ac reducendo 29 $\frac{3}{7}$, fiunt $\frac{206}{7}$. Itaque numeri 7 ad 206 propinqua ratio est rationis 2640858 ad 77708431. Eoque rotæ Saturniæ dentes 206 dedimus, ipsam vero moventi dentes 7. Quod autem minores numeri non inveniuntur, qui propius rationem propositam exprimant, ita ostendemus. Principio certum est numeros hujusmodi reductione factos, esse inter se primos, ex Prop. 1. l. 7. Elem.[34]) quia nihil aliud est divisio nostra continua quam subtractio illa Euclidea, quæ si numeris nostris 206 & 7, reductione effectis adhibeatur, planum est unitatem tandem relinqui, quia fractionum istarum omnium numerator est unitas. Quod si jam duo quivis alii numeri propius ad proportionem magnorum accedunt, eos necesse est, facta continua divisione majoris per minorem, donec unitas superfit, quotientem efficere 29, cum fractionibus iisdem, quæ supra, continue adjectis, atque ulterius continuatis quam unde reductionem incepimus, cum inveniremus numeros 7 & 206. alioqui enim ad primæ divisionis quotientem qui dictas fractiones omnes quousque possunt continuatas adjectas habet propius accedi nequit. Sic quoniam continua divisione 206 per 7, invenitur

$$29+\frac{1}{2+\frac{1}{2+\frac{1}{1}}}$$

necesse esset divisione simili numerorum propiorum unam saltem insuper fractionem istis adjici, vel $\frac{1}{5}$ vel aliam qua propius ad quotientem universalem perveniatur, quam (p. 451) si ad $\frac{1}{1}$ subsistamus. Hinc vero facta reductione, manifestum est, numeros majores effici, quam si a citeriori fractione cæptum fuisset, quandoquidem accessione cujusque fractionis reductæ efficitur fractio constans numeris inter se primis, quæque propterea ad minores reduci nequit; quod examinanti manifestum fiet si ad sequens theorema attenderit demonstratu facillimum: nempe Propositis duobis numeris inter se primis, eorum alteruter ad se ipsum vel sui multiplicem altero numerorum auctum primus erit. Si enim non, ergo ita compositum metietur, sed & partem metitur, hoc est, se ipsum, vel

auſſi une partie, c. à. d. ſoi-même ou ſon multiple; il meſurera donc auſſi le reſte; ce qui eſt abſurde, puisque les nombres étaient par hypothèſe premiers entre eux. Les nombres plus rapprochés du rapport propoſé ne ſeront donc pas plus petits mais au contraire plus grands que les nombres trouvés 206 et 7.

On conçoit en outre facilement que la réduction des fractions commence toujours plus utilement d'une d'elles qui eſt ſuivie par une fraction poſſédant un dénominateur aſſez grand par rapport à ceux des fractions environnantes; c'eſt ainſi que dans l'exemple propoſé nous avons commencé la réduction là où ſuivait la fraction $\frac{1}{5}$.

Or, l'utilité de cette méthode s'étend à beaucoup d'autres cas où il s'agit de remplacer un rapport numérique donné par un autre compoſé de nombres plus petits. P.e. celui où le rapport de la circonférence du cercle à ſon diamètre eſt donné en un grand nombre de chiffres exacts, mettons 31415926535 à 10000000000. Ici la diviſion donne

$$3 + \frac{1}{7} + \frac{1}{15} + \frac{1}{1} + \frac{1}{292} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1}$$ [35])

et en commençant la réduction en partant de la fraction $\frac{1}{7}$ on obtient la proportion d'Archimède 22 à 7; mais en commençant par $\frac{1}{1}$ il en réſulte celle beaucoup plus approchée qu'Adr. Metius a fait connaître, ſavoir 355 : 113, en effet, comme 113 eſt à 355, ainſi eſt 10000000 à 31415929 etc. De la même manière on peut trouver d'autres rapports plus approchants de la vraie valeur, mais celui de Metius eſt d'un excellent uſage et fort exact eu égard à la petiteſſe des nombres, ceci à cauſe de l'exiguité de la fraction $\frac{1}{292}$ qui ſuit celle par où l'on a commencé la réduction. C'eſt là une particularité qu'on ne rencontre pas facilement en faiſant des eſſais avec d'autres nombres.

Il faut ſavoir en outre que par notre réduction on trouve tour-à-tour un terme plus grand et un terme plus petit que le véritable; le terme eſt plus grand lorſque la réduction a été commencée par la première, la troiſième ou la cinquième fraction ou plus généralement par une fraction d'ordre impair. P. e. lorſque dans le cas précédent nous commencions la réduction en partant de la troiſième fraction $\frac{1}{1}$, la proportion trouvée de la circonférence au diamètre 355 : 113 devenait plus grande que la vraie valeur. Mais ſi j'avais commencé par la deuxième fraction, il en ſerait réſulté le rapport 333 : 106 inférieur à la vraie valeur. Commençant par la première fraction, ſavoir $\frac{1}{7}$, on trouve de nouveau un rapport, celui d'Archimède, 22 : 7, ſupérieur à la véritable

[35]) Nous avons déjà publié cette fraction continue à la p. 394 du T. XX.

ſui multiplicem; ergo & reliquum metietur; quod abſurdum, quandoquidem numeri inter ſe primi ponebantur. Itaque propiores numeri proportioni propoſitæ, non minores, ſed majores erunt inventis 206 & 7.

Porro facile intelligitur reductionem fractionum ab ea utilius ſemper incipi, quam proxime inſequens fractio majorem denominatorem habebit vicinarum comparatione; ſicut & antecedenti exemplo inde reductionem incepimus, ubi $\frac{1}{5}$ ſequebatur.

Utilitas vero methodi ad alia multa porrigitur, ubi proportio quæpiam numeris comprehenſa ad proxime æqualem aliis minoribus numeris eſt redigenda. Velut cum peripheriæ circuli ad diametrum ratio ad notas veras plures datur, nempe quæ 31415926535 ad 10000000000. Hic facta diviſione fit,

$$3 + \cfrac{1}{7 + \cfrac{1}{15 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{292 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1}\ 35)}}}}}$$

ubi ſi reductionem inchoaremus a fractione $\frac{1}{7}$ fit proportio Archimedea 22 ad 7, ſi vero ab $\frac{1}{1}$ fit alia multo propinquior quam Adr. Metius prodidit 355 ad 113; ſicut enim | 113 (*p.452*). ad 355 ita 10000000 ad 31415929 &c. Eodem modo hic alias ad verum propius accedentes rationes invenire licet; ſed hæc Metiana, cum ad uſum habilis eſt, tum pro numerorum parvitate eximia, ob exiguam particulam $\frac{1}{292}$ citra quam reductio cœpta eſt; Cujuſmodi non facile ſimilis reperitur ulteriores numeros tentanti. Sciendum vero, reductione hac noſtra majorem proportionis terminum alternis majorem minoremve vero reperiri, prout a prima, tertia, quinta aut alia deinceps impari fractione reductio inchoata fuerit. Ita cum a tertia fractione, quæ eſt $\frac{1}{1}$ reductionem præcedentem inceperimus, fit proportio circumferentiæ ad diametrum, ut 355 ad 113 major vera; at ſi a ſecunda quæ eſt $\frac{1}{15}$ incepiſſem, extitiſſet inde proportio 333 ad 106 minor verâ; rurſus ſi a prima quæ eſt $\frac{1}{7}$ initium fiat oritur proportio Archimedea 22 ad 7 major

proportion; j'appelle ici véritable celle qui s'exprime par les grands nombres donnés, laquelle nous avons prise comme représentant vraiment le rapport de la circonférence au diamètre. La démonstration de cette propriété repose sur ce fondement fort connu que toute fraction devient plus petite par l'augmentation du dénominateur et plus grande par sa diminution.

En effet, soit A le nombre résultant de la première division et qu'il y ait ensuite un nombre quelconque de fractions descendantes B, C, D, E, F, au dénominateur de la dernière desquelles soit jointe une fraction Z obtenue par la réduction de toutes les fractions ultérieures. Comme la fraction indiquée par F est par conséquent plus grande que la vraie fraction, puisqu'elle possède un dénominateur inférieur au vrai dénominateur qui serait $1 + Z$, il résulte de l'augmentation du dénominateur de la fraction E par la fraction F une fraction réduite, provenant de E et de F, plus petite que la vraie fraction; partant en augmentant ensuite le dénominateur de la fraction D, il résultera de la réduction de celle-ci une fraction provenant de D, E et F qui sera plus grande que la vraie valeur; et en augmentant enfin le dénominateur de la fraction C par cette dernière, une fraction sera produite, provenant de C, D, E et F, qui sera plus petite que la fraction véritable.

A B C D E F

$$3 + \cfrac{1}{7 + \cfrac{1}{15 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{292 + \cfrac{1}{1}}}}}$$

Puisque les fractions obtenues par la réduction de celles qui forment la série ascendante sont donc nécessairement alternativement plus grandes et plus petites que les fractions véritables, et que la plus basse, par laquelle on commence, est toujours trop grande, il appert facilement que si celle-ci occupe un lieu impair, la fraction résultant de la réduction de toutes les fractions sera également trop grande et que par conséquent elle donnera, étant ajoutée au nombre A, un rapport supérieur au rapport véritable. Mais si celle par laquelle on commence est d'ordre pair, il est clair que de la réduction de toutes les fractions il en résultera une qui sera inférieure à la fraction véritable et que par conséquent elle fournira, lorsqu'on l'ajoute au nombre A, un rapport inférieur au rapport véritable. La vérité de la proposition est dès lors manifeste. Il faut savoir en outre que si l'on désire avoir la série consécutive de tous les termes approchants de la proportion donnée, il faut faire la réduction d'abord pour toutes les fractions d'ordre impair, ensuite pour toutes celles d'ordre pair, et cela en prenant successivement dans le cas de toutes les fractions à dénominateurs supérieurs à 1 des dénominateurs variant de 1 jusqu'au vrai dénominateur et en effectuant la réduction pour chacune des fractions ainsi obtenues. En agissant ainsi pour les fractions d'ordre impair, on obtiendra en bon ordre tous les termes supérieurs à la vraie valeur; dans le cas des fractions d'ordre pair on trouvera, également en bon ordre, tous les termes inférieurs à la valeur véritable. C'est ainsi que dans l'exemple proposé plus haut il faut à la première fraction substituer successivement $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{7}$; la réduction donnera alors les rapports tous supérieurs au vrai rapport 4 : 1, 7 : 2, 10 : 3, 13 : 4, 16 : 5, 19 : 6, 22 : 7. Commençant ensuite par la troisième fraction D, le prochain rapport supérieur trouvé sera 355 : 113. Et en commençant par la cinquième

vera; veram autem proportionem hic appello, quæ iis, qui adſumti ſunt, magnis numeris exprimitur, quam nimirum pro ipſa proportione circumferentiæ ad diametrum accepimus. Horum vero demonſtratio hoc fundamento nititur notiſſimo, Fractionem quamcunque, aucto denominatore, fieri minorem; imminuto, majorem.

Sit enim numerus ex prima diviſione ortus A, fractionibus vero deinceps deſcendentibus quotlibet BCDEF & ad infimæ F denominatorem adjecta intelligatur fractio quæ ex omnibus ulterioribus fractionibus reductis conficeretur, quæ dicatur Z. Cum itaque fractio, cui ſuperſcriptum F, ſit major vera, quia denominatorem habet minorem vero denominatore, qui eſſet 1 + Z, hinc augendo denominatorem fractionis E fractione F, fiet reducta fractio ex fractionibus E, F, minor vera, ideoque rurſus augendo denominatorem fractionis D, iſta fractione re|ducta, fiet fractio ex DEF reductis major vera, (p. 453).

$$\overset{A}{3} + \cfrac{\overset{B}{1}}{7 + \cfrac{\overset{C}{1}}{15 + \cfrac{\overset{D}{1}}{1 + \cfrac{\overset{E}{1}}{292 + \cfrac{\overset{F}{1}}{1}}}}}$$

ac proinde rurſus augendo denominatorem fractionis C iſta ultima, fiet fractio, ex CDEF fractionibus reductis, minor vera.

Cumque ita neceſſario fractiones ex reductione fractionum ſurſum tendendo effectæ, alternatim nunc majores, nunc minores evadant Veris, ſitque infima, unde initium ſit, ſemper vera major; facile apparet, ſi hæc ſedem imparem obtineat, etiam ex omnium fractionum reductione effectam vera majorem fore, ideoque numero A additam, daturam terminum proportionis majorem vero. Si vero illa, unde initium ſit, ſedem parem obtineat, tum ex reductione omnium exſtituram vera minorem, ac proinde numero A additam, daturam terminum proportionis vero minorem. Quare patet propoſiti veritas. Sciendum porro, ſi omnes ordine terminos proximos datæ proportioni deſideremus, tunc & ab omnibus fractionibus imparium ſedium, & rurſus ab omnibus ſedium parium faciendam reductionem, idque ita, ut pro ſingularum fractionum denominatore, qui unitate major erit, ponantur ſeorſim denominatores omnes ab unitate ad illum uſque, & cum iis ſingulis reductio inchoetur perficiaturque. Hoc enim ſi fiat in fractionibus ſede impari locatis, omnes termini veris majores ordine exiſtent; ſi verò fiat in fractionibus ſedium parium, habebuntur ordine omnes termini veris minores. Ita in propoſito exemplo ſi pro fractione prima $\frac{1}{7}$ ponantur ſigillatim*) $\frac{1}{1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}, \frac{1}{7}$, facta hinc reductione exiſtent proportiones vera majores: 4 ad 1, 7 ad 2, 10 ad 3, 13 ad 4, 16 ad 5, 19 ad 6, 22 ad 7. deinde a fractione tertia D incipiendo fiet | proxima ratio (p. 454).
major 355 ad 113. Et ab quinta F incipiendo fiet proxima ratio major 104348 ad

---

*) Les éditeurs de 1703 avaient corrigé en „singulatim" le mot „sigillatim" de Huygens. Nous avons rétabli ce mot peu correct, mais dont on se servait assez généralement tant aux jours de Huygens qu'avant et après lui: voyez sur ce sujet notre remarque dans les Additions et Corrections du T. XVII, p. 549.

F, le prochain rapport ſupérieur ſera 104348 : 33215. Lorſque d'autre part à la deuxième fraction $\frac{1}{15}$ on ſubſtitue toutes les 15 fractions $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ etc. et de même à la quatrième $\frac{1}{292}$ toutes les fractions depuis l'unité $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ juſqu'à $\frac{1}{292}$, on obtiendra en bon ordre après réduction de chacune d'elles des rapports inférieurs à la vraie valeur, ceux bien entendu qui ſe peuvent avoir à l'aide de la fraction E. Si nous voulons enfin conſtruire une ſérie mixte continue, ſavoir une ſérie contenant tant des termes ſupérieurs que des termes inférieurs à la vraie valeur, dont chacun ſoit plus approchant que le terme précédent, il faut s'en tenir à la règle ſuivante: dans chaque fraction à dénominateur ſupérieur à 1 il faut ſubſtituer ſucceſſivement, non pas comme tantôt, tous les dénominateurs plus petits depuis l'unité, mais ſeulement tous les dénominateurs depuis le plus petit nombre qui ſurpaſſe la moitié du vrai dénominateur [36]).

[36]) Soit $n + \cfrac{1}{p + \cfrac{1}{q + a}}$ (où a représente une fraction) la véritable valeur de la fraction continue, ce qui peut s'écrire $n + \frac{q + a}{p(q + a) + 1}$. En ne prenant que n l'erreur est donc $\frac{q + a}{p(q + a) + 1}$. En prenant seulement $n + \frac{1}{P}$ l'erreur, de signe contraire à l'erreur précedente, sera $\frac{1}{P} - \frac{q + a}{p(q + a) - 1}$. Celle-ci surpassera l'erreur précédente en valeur absolue lorsque $p - 2P > \frac{-1}{q + a}$, c. à. d., puisqu'il ne s'agit que de nombres entiers, lorsque $p - 2P \geqq 0$, autrement dit lorsque $P \leqq \frac{1}{2}p$. Pour que la deuxième erreur soit moindre que la précédente, il faut donc prendre successivement pour P seulement tous les nombres entiers supérieurs à $\frac{1}{2}p$, comme le dit Huygens. En appliquant le même raisonnement à la partie $p + \cfrac{1}{q + \cfrac{1}{r + b}}$ de la fraction donnée, on constatera qu'il en est de même pour le nombre q. Etc.

C'est à ce sujet que se rapporte la remarque suivante de Huygens de la p. 257 du Manuscrit F datant de 1687:

$3 + \frac{1}{7} + \frac{1}{15} + \frac{1}{1} + \frac{1}{292} + \frac{1}{1}$

A B C

Hic denominator A 1 minus a vero denominatore deficit quam $\frac{1}{292}$, quando quidem hujus fractionis denominator aliqua quantitate augendus est, quo ipſa fractio minor evaderet. Quod ſi itaque dicto denominatori A 1 addam $\frac{2}{292}$, jam excedam verum denominatorem amplius quam ipſe denominator A 1 deficiebat. Ergo poſito $\frac{1}{292}$ ſeu $\frac{1}{146}$ pro $\frac{1}{292}$, factaque inde reductione fiet proportio circumferentiæ ad diametrum minus propinqua veræ quam ſi reductio incipiat a præcedente proximè $\frac{1}{1}$. Rurſus idem denominator A 1 magis deficit a vero quam $\frac{1}{293}$, quia addendo $\frac{1}{293}$, additur minus debito, ſiquidem addendum eſſet

33215. Rursus si pro fractione secunda $\frac{1}{15}$ ponantur sigillatim*) 15 fractiones $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, &c. Item pro quarta $\frac{1}{292}$ ponantur omnes ab unitate, $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, usque ad $\frac{1}{292}$; factis reductionibus habebuntur ordine proportiones veris minores, quæ quidem ad fractionem E procedendo dari possint. Quod si denique seriem continuam mixtam terminorum tam majorem quam minorem vera proportionem exhibentium velimus, quorum quique præcedentibus ad veram propius accedant, tunc hoc observandum, ut in fractionibus quibusvis, quarum denominator unitate major erit, ponantur, non ut modo factum omnes deinceps minores denominatores ab unitate, sed ab ea incipiendo quæ dimidio illius denominatoris proxime major erit[36]).

$\frac{1}{292} + \frac{1}{1} +$ &c quod majus est quam $\frac{1}{293}$. Itaque omnino magis distat denominator A 1 a vero quam per $\frac{1}{294}$. Quare si denominatori A 1 addam $\frac{2}{294}$ sive $\frac{1}{147}$ jam minus excedam verum denominatorem quam denominator A 1 a vero deficiebat. Ergo si pro fractione $\frac{1}{292}$ ponatur $\frac{1}{147}$, atque hinc fiat reductio, existet proportio circumferentiæ ad diametrum propinquior veræ, quam si incepta fuisset reductio a præcedenti $\frac{1}{1}$.

*) Les éditeurs de 1703 avaient corrigé en „singulatim" le mot „sigillatim" de Huygens. Nous avons rétabli ce mot peu correct, mais dont on se servait assez généralement tant aux jours de Huygens qu'avant et après lui: voyez sur ce sujet notre remarque dans les Additions et Corrections du T. XVII, p. 549.

Nous servant de cette méthode aussi pour les autres planètes, nous avons donné 166 dents à la roue de Jupiter, 14 dents à sa roue motrice [37]); 158 dents à la roue de Mars, 84 dents à sa roue motrice [38]); 32 dents à celle de Vénus, 52 à sa roue motrice, nombres qui sont à peu près entre eux comme 43 : 70 [39]). Si nous nous étions servi de ces derniers et que nous avions donné 43 dents à la roue de Vénus, 70 à sa roue motrice montée sur le grand axe, la machine aurait correspondu un peu plus exactement au vrai mouvement de Vénus; en effet, les premiers nombres, ceux dont nous avons fait usage, font cause pour Vénus d'un retard de 3°37′ en 20 ans, tandis que les seconds auraient légèrement fait avancer la planète en ces mêmes 20 ans, savoir d'un peu moins de 15′ seulement.

C'est aussi à peu près de la même manière qu'ont été trouvées les dents des pignons qui meuvent Mercure: prenant 365 jours, 5 heures, 49′ 15″46‴ pour la période de la terre sous l'écliptique [40]) et 87 jours, 23 heures, 14′24″ pour celle de Mercure sous elle [41]), ou plutôt, pour la facilité du calcul, respectivement 365 jours, 5 heures, 50′ et 87 jours, 23 heures, 15′ [41]), on trouvera pour le rapport des révolutions de Mercure à celles de la Terre 105190 : 25335 ou 21038 : 5067, par la division desquels nombres, exécutée suivant la méthode susdite, il vient

$$\frac{21038}{5067} \;\Big|\; 4 + \frac{1}{6} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{7} \text{ etc.}$$

---

37) Dans la machine parisienne inachevée Huygens avait pris Jupiter, comme aussi Saturne, „sub fixis" (p. 151 et 167 qui précèdent). Il trouvait alors les nombres de dents 83 et 7 ce qui est évidemment la même chose que 166 et 14. Dans la machine de la Haye Jupiter a été prise „sub ecliptica" comme toutes les autres planètes: l'écliptique y est fixe au lieu d'être mobile. Par conséquent Huygens disait (p. 176): „In Jove et Saturno alij [numeri dentium] fuere inveniendi". Cependant le calcul de la p. 104 du Manuscrit F (l. 12 de la p. 179 et l. 10 de la p. 180 qui précèdent) donne également 83 et 7 dents. On ne peut donc parler de „numeri alii" qu'en considérant aussi les fractions. Dans la machine parisienne les 83 dents de la roue de Jupiter correspondent à $7\frac{1}{361}$ dents de sa roue motrice, tandis que dans la machine de la Haye, d'après le calcul de la p. 104 du Manuscrit F, 83 dents correspondent à $7\frac{1}{4503}$ dents de cette dernière.

38) Voyez sur Mars les p. 151 et 177—179 qui précèdent.

39) Dans la machine parisienne Vénus, comme aussi Mercure, avait déjà été prise „sub ecliptica"; voyez les premières lignes de la p. 150. À la p. 151 Huygens trouvait pour Vénus 13 et 8, ou 26 et 16 dents, ce qui est évidemment la même chose que 52 et 32 dents. Nous ne voyons pas où il a calculé les nombres 70 et 43 dont d'ailleurs il ne s'est pas servi.

40) Voyez la note 31 de la p. 626 qui précède.

41) Comparez la p. 150 qui précède, et voyez aussi la l. 10 de la p. 180. La fraction continue de la p. 150 est la même que celle du présent texte. À la p. 105 du Manuscrit F Huygens trouvait les nombres de dents $847\frac{1}{273}$ et 204.

Hac igitur ratione in cæteris quoque Planetis usi, rotæ Jovis dedimus dentes 166, rotæ vero ipsam moventi dentes 14[37]), rotæ Martis dentes 158, ipsam vero moventi dentes 84[38]). Rotæ Veneris dentes 32, ei quæ movet dentes 52; qui numeri sunt inter se ferme, ut 70 ad 43[39]). Quibus numeris si usi essemus, & Rotæ Veneris dedissemus dentes 43, rotæ vero hanc in axe magno agitanti, 70, aliquantulum perfectius vero Veneris motui respondisset Machina. Priores enim numeri, quos adhibuimus, efficiunt, ut Venus post 20 annos a vero loco deficiat gr. 3, 37′. cum posteriores in iisdem 20 annis tantillulum ultra verum locum Venerem promoveant, sed excessu 15′. non plene æquante.

Nec multum dissimili ratione inveniuntur dentes rotularum, quæ Mercurium movent. Assumta enim Periodo telluris sub Ecliptica dierum 365. hor. 5. 49′. 15″. 46‴.[40]), Mercurii vero sub eadem dierum 87. Hor. 23, | 14′, 24″, aut facilitatis ergo (p. 455). assumta illa d. 365. hor. 5. 50′ & hac dierum 87. Hor. 23. 15′.[41]) invenietur ratio revolutionum Mercurii ad illas Telluris ut 105190 ad 25335, sive 21038 ad 5067; quorum divisione, eo, quo dictum, modo, instituta

$$\frac{21038}{5067}\; 4 + \frac{1}{6} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{7} \;\&c.$$

Négligeant la dernière fraction et réduisant les autres à un commun dénominateur on obtient $\frac{847}{204}$, lesquels nombres correspondent aussi exactement que possible à la proportion des mouvements des deux planètes considérées. Mais comme 847 est le produit de 121 par 7 et 204 celui de 12 par 17, nous avons donné 12 dents à la roue annuelle qui se trouve sur l'axe commun, et nous avons fait usage de l'interposition (voyez la Fig. 141) d'un axicule mobile autour de deux points fixes situés l'un sur l'axe passant par le Soleil et l'anneau de Mercure, l'autre sur la colonne dressée sur la plaque fixe de la Terre. Ces points sont si éloignés des orbites de Mercure et de Vénus que les dents des roues de Vénus et de la Terre, passant librement sous l'axicule, n'en éprouvent dans leur mouvement aucune gêne. Le dit axicule porte deux pignons, un à chaque extrémité, dont le premier, qui engrène dans la roue annuelle, a 12 dents, tandis qu'il y en a 7 à l'autre engrenant dans la couronne dentée menant la planète, couronne qui possède, elle, 17 dents. Il est évident par là qu'entre le mouvement de l'axe commun et celui de la roue qui mène Mercure, existe le rapport nommé, celui de 204 à 847.

Pour établir les nombres des dents des rouages qui mènent la Lune[42]), nous prenons ici aussi pour le même mouvement annuel 365 jours, 5 heures, 50′ et pour celui de la Lune 29 jours, 12 heures, 44′ 3″ ou plutôt 45′ pour la facilité du calcul, d'où l'on trouvera pour le rapport des révolutions de la Lune à celles de la Terre 105190 : 8505 ou 21038 : 1701; en divisant comme auparavant il en résulte

$$\frac{21038}{1701} \quad 12 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{1 + \cfrac{1}{6 + \cfrac{1}{3 + \cfrac{1}{4}}}}}}}}$$

Prenant $\frac{1}{6}$ comme dernière fraction et réduisant les précédentes au même dénominateur, on obtient les nombres 1546 et 125; mais comme le premier de ces deux n'a pas de parties aliquotes autres que 2 et 773 qui serait un nombre de dents excessif, il sera préférable de prendre, au lieu de $\frac{1}{6}$, la fraction plus petite la plus proche, savoir $\frac{1}{7}$, d'où résultent les nombres 1781 et 144, dont le premier est le produit de 137 par 13 et le deuxième celui de 12 par 12. On verra aisément qu'à ces nombres correspondent les rapports sus-énoncés des dents de la roue majeure et des axicules dentés.

Il est manifeste d'après la méthode de calcul du nombre des dents, tant de celles qui doivent être taillées dans l'axe commun que de celles qu'il faut tailler dans chacune

[42]) Tout ce qui est dit ici sur la Lune, correspond à la p. 152 qui précède. Il est possible que les mots „Ponendo $\frac{1}{6}$ . . . ex 137 et 13" de la p. 152 aient été ajoutés plus tard. À la p. 106 du Manuscrit F Huygens trouvait une fraction continue différente; la différence ne commence toutefois qu'à la sixième fraction partielle qui à la dite p. 106 est $\frac{1}{17}$ au lieu de $\frac{1}{6}$.

& neglecta ultima fractione reliquis ad communem denominatorem deductis fiet $\frac{847}{204}$, qui numeri proportioni motuum, quibus hi Planetæ moventur, quam proxime respondent. Verum cum 847 fiat ex ductis in se numeris 121, & 7, & 204 ex ductis in se numeris 12 & 17, rotæ annuæ, quæ est in axe communi, inditi sunt dentes 121, & axiculus interpositus rotatilis circa duo puncta fixa, quorum alterum est in axe per Solem & annulum Mercurii transeunte; alterum in columella inhærente lamellæ fixæ Telluris. Sunt autem hæc puncta ita remota ab ipsis orbitis Mercurii & Veneris, ut dentes rotarum Veneris & Telluris libere sub axiculo transeuntes ab eo in motu suo non impediantur; Hic autem axiculus duas rotulas habet circa unamquamque extremitatem unam, quarum altera, cujus dentes committuntur rotæ annuæ, est dentium 12; altera vero, quæ armillæ dentatæ Planetam vehenti committitur dentium 7, cum ipsa armilla habeat dentes 17. quo ipso inter motum axis communis, & rotæ Mercurium vehentis eandem proportionem servari, quæ est 204 ad 847, manifestum est.|

Rotularum, quæ Lunam vehunt dentes ut inveniantur[42]), assumto eodem motu annuo d. 365. hor. 5. 50′, & Lunari motu d. 29 hor. 12, 44′, 3″ sive scrupulorum 45, ob faciliorem calculum invenietur ratio revolutionum Lunæ ad eas Telluris, ut 105190 ad 8505, sive 21038 ad 1701: quibus numeris, ut prius, divisis fit (p. 456).

$$\frac{21038}{1701} \quad 12 + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}$$

Quod si pro ultima fractione sumatur $\frac{1}{6}$, & præcedentes ad eundem denominatorem deducantur, fient numeri 1546 & 125, quorum cum prior nullas partes aliquotas habeat, præter 2 & 773; hic autem nimium dentium numerum faciat, præstabit si loco fractionis $\frac{1}{6}$ proxime minorem sumamus $\frac{1}{7}$, quo facto orientur numeri 1781 & 144, quorum prior fit ex 137 & 13, posterior ex 12 in 12. Ex quibus descripta ratio dentium tum in majori rota, tum in minoribus axiculis dentatis facile constabit.

Ex ipsa autem hac inventione numeri dentium, qui tum in axe communi, tum in rotis singulos Planetas deferentibus incidi debent, manifestum est non posse has cir-

des roues menant les planètes, que les rotations ne peuvent se faire sans que dans le cours du temps de petites fautes se produisent dans les rapports du mouvement de la terre à celui de chaque planète, tels que nous les avons adoptés comme véritables d'après les observations. Or, il est facile de déterminer les grandeurs de ces petites aberrations. En effet, pour que la machine reproduisît exactement le rapport correspondant au vrai mouvement, il serait nécessaire que ce rapport correspondît précisément aux nombres des dents des roues. Pour rendre la chose plus claire, considérons par exemple le cas de Saturne. Dans la roue de Saturne montée sur l'axe commun il y a 7 dents, dans celle qui mène la planète il y en a 206. Nécessairement Saturne accomplit donc 7 fois sa révolution en un espace de 206 ans. Mais comme le rapport du mouvement de la Terre à celui de Saturne est exprimé par 77708431 : 2640858, on trouvera qu'en 206 ans Saturne accomplit son mouvement périodique non pas précisément sept fois, mais environ $7\frac{1}{1346}$ fois. Dans chaque période de 206 ans Saturne retarde donc d'après le mouvement de notre machine de $\frac{1}{1346}$ de sa circonférence de cercle, et dans chaque année séparément d'une même fraction d'une quelconque de ses dents. En 1346 ans son mouvement retardera d'une seule dent: après ce laps de temps c'est donc d'une dent qu'il feudra faire avancer la roue de Saturne. Or, cette roue consiste en 206 dents constituant un contour circulaire de 360 degrés. A chaque dent correspondent par conséquent 105 minutes: c'est d'autant qu'il faudra faire avancer Saturne après 1346 ans, ce qui fait 1°34′ en 20 ans[43]). Le même calcul est applicable à toutes les autres planètes.

Reste à expliquer de quelle manière les justes inégalités des mouvements résultent des révolutions de nos roues[44]). Voici ce que nous avons à proposer à cet effet. Que l'on considère l'orbite planétaire ANP [Fig. 146], ayant C pour centre: soit S le soleil et prenons sur SC le point quelconque E; soit prise CE: ED comme l'excentricité SC est au rayon CA: et décrivons la circonférence de cercle DM du centre E avec le rayon CE. Il faut savoir en outre qu'au cercle AL est immobilement attaché en son centre mobile C le dit cercle DM, pourvu de dents égales perpendiculaires à son plan, lequel cercle tournera donc nécessairemenr autour du centre C. Mettons qu'il se meuve par la rotation uniforme du tympan KH dont l'axe est dirigé vers C et dont les dents engrènent dans la roue DM. Les dents auront les unes sur les autres une prise suffisante, quoiqu'à cause de l'excentricité de cette roue leur ensemble ne fasse pas toujours un angle droit avec l'axe de la roue mobile nommée. Je dis que par ce mouvement la planète se meut inégalement dans son orbite, de telle manière que son mouvement est à fort peu près identique avec le mouvement keplérien.

43) Comparez la p. 176 qui précède où se trouve la même correction. Huygens n'a évidemment pas tenu compte de son calcul de 1685 ou 1686, donc postérieur à la construction du planétaire, publié dans la note 9 de la p. 179.

44) Comparez sur ce sujet e.a. les p. 143—148 qui précèdent.

cumvolutiones ita ſieri, quin tractu temporis aliquantulum ab ea ratione quam motus telluris ad motum uniuſcujuſque Planetæ ex obſervatis habere aſſumſimus, aberret; Cujus tamen aberrationis quantitatem, quantula ſit, facile eſt determinare. Nam ut exacte in machina eadem ratio veri motus obſervaretur, neceſſum fo|ret, ut ratio p. 457 motus præciſe numero dentium in rotulis reſpondeat. Nimirum in Saturni, ut hoc exemplo res plana ſiat, rota, quæ in axe communi eſt, dentes ſunt 7, in ea vero, quæ Saturnum vehit, dentes 206. Neceſſum igitur eſt, ut tempore 206 annorum Saturnus periodum ſuam abſolvat ſepties; Verum cùm ratio motus Telluris ad Saturnum ſit, ut 7708431 ad 2640858, invenietur, Saturnum ſpatio 206 annorum, abſolvere periodum ſuam non præciſe ſepties, ſed circiter $7\frac{1}{1346}$. Singulis ergo 206 annis Saturnus in motu ſuo in hac machina retardatur $\frac{1}{1346}$ ſui circuli, ſingulisque annis tantundem uniuſcujuſque dentis, & annis 1346 retardabitur ejus motus unico dente, quo igitur poſt id tempus rota Saturni promovenda erit. Hæc autem rota cum conſtet dentibus 206, qui integrum circulum 360 graduum conſtituunt, unicuique denti præterpropter reſpondebunt 105 ſcrupuli, per quos itaque promovendus erit Saturnus poſt exactos annos 1346, adeoque poſt 20 annos 1′ : 3′ 4[42]). Eademque ratio eſt in cæteris.

Reſtat explicemus quanam ratione ex harum rotarum revolutione debitæ motuum anomaliæ ſequantur[44]). Hunc in finem ſit ANP orbita Planetæ, cujus centrum C; Sol S; ſumaturque in SC punctum E ad lubitum, ſiatque, ut excentricitas SC ad radium CA, ita CE ad ED, quo radio ac centro E deſcribatur circulus DM. Intelligatur porro circulo AL ſuper centro ſuo C mobili affixum eſſe immobiliter circulum DM inciſum dentibus æqualibus ſuper circuli plano erectis, qui proinde circulus neceſſario quoque circa centrum C movebitur. Ponatur autem moveri verſatione æquabili tympani KH axem ad C directum habentis, cujuſque dentes congruant dentibus rotæ DM. Satis enim convenient, etſi ob excentricitatem hujus rotæ non ſemper tympano ad | rectos angulos p. 458 ſubjiciantur: dico hoc motu Planetam inæqualiter ferri in ſua orbita, idque ita, ut ejus motus hypotheſi Keplerianæ proxime æquipolleat.

En effet, prenons sur la circonférence de cercle DM décrite du centre E un arc quelconque DO et admettons que les dents de cet arc aient par la rotation du tympan HK dépassé la droite CD; la droite CO coïncidera alors nécessairement avec la droite CAD, non pas cependant de telle manière que le point O serait en D, il se trouve au contraire plus vers l'intérieur en R, vu que CD, qui est égale à la somme de CE et de EO, est plus grande que CO. Aussi grand qu'est l'angle OCD, aussi grand sera donc aussi l'angle duquel la droite CAD a tourné autour du centre C. Si nous prenons ∠ DCT = ∠ DCO, CT sera donc la droite à laquelle CAD est parvenue, de sorte que la planète sera avancée de A jusqu'au point N où la droite CT coupe la circonférence AN décrite du centre C. Quant au cercle DM, puisque le centre E s'est avancé jusqu'en F et que FT a été prise égale à ED, il occupera désormais le lieu du cercle TR. Or, il apparaît par la même égalité des angles OCD et DCT que l'arc DM que la droite CT coupe sur la circonférence ODM est égale à l'arc DO. Si nous tirons la droite ME, l'angle MED sera donc aussi égal à DEO. Par conséquent si l'arc AL est pris d'autant de degrés qu'en contient l'arc DM, et qu'on joint C et L par une droite, celle-ci sera parallèle à EM. Dans les triangles CEM, SCL les angles LCS, MEC seront donc égaux, et les côtés avoisinant ces angles égaux seront dans un même rapport pour les deux triangles. En effet, on a d'après la construction SC : CL = CE : EM, puisque CL = CA et EM = ED. Les angles MCE et LSC seront donc aussi égaux entre eux et par conséquent les côtés CM et SL parallèles. Nous pouvons maintenant démontrer comme suit que par cette rotation des cercles DM et AL la planète placée en A se meut par la circonférence de cercle AL de telle manière que son mouvement correspond à fort peu près avec l'hypothèse de Kepler. Supposons que la planète se soit portée de A en N, l'espace NSA sera alors son anomalie moyenne; mais à cause du parallélisme des droites SL et CN le triangle NSC sera égal au triangle CLN, qui diffère fort peu du secteur CLN [45]). L'espace CLA, et par conséquent aussi l'arc AL, correspondront donc à l'anomalie moyenne lorsque la planète se sera transportée de A en N. Et si nous considérons AQP comme l'orbite elliptique de Kepler, la planète sera, il est vrai, en Q, c. à. d. au point où NQ, perpendiculaire à AP, coupe l'ellipse AQP, et non pas en N, mais ces ellipses s'écartent si peu de circonférences de cercles que la différence est inapercevable dans notre machine. N sera donc le lieu de la planète dû au mouvement moyen AL, arc qui contient autant de degrés que l'arc DO ou DM. Que si le tympan est placé en un autre endroit quelconque tel que G également distant du centre C vers lequel il est dirigé, et qu'on place sous lui le point D qui sur la roue ODM est le point le plus distant du centre C, plaçant en même temps la planète de nouveau en A, lieu de son aphélie, il appert que

[45]) Comparez les l. 2—3 de la p. 144 qui précède, ainsi qu'à la p. 132 la fin de l'Avertissement.

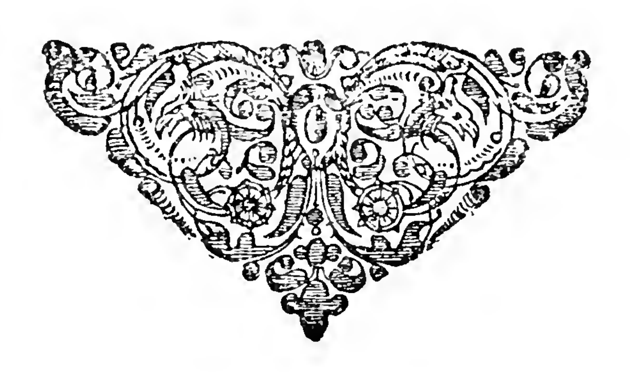
Sumto enim in circulo DM. centro E deſcripto quolibet arcu DO, ponatur ejus arcus dentes verſatione tympani HK pertranſiiſſe rectam CD, erit neceſſario recta CO in recta CAD, etſi non ita, ut punctum O ſit in D, ſed interius in R, cum CD, quæ æqualis eſt duabus CE, EO, major ſit, quam CO. Quantus igitur eſt angulus OCD, tantus quoque erit angulus, quo recta CAD mota erit circa Centrum C; ideoque ſi faciamus angulum DCT æqualem angulo DCO, erit CT recta, in quam promota erit CAD, adeo ut Planeta proceſſerit ex A in punctum N, ubi recta CT ſecat circumferentiam AN centro C deſcriptam. Circulus autem DM centro E promoto in F, ſactoque FT æquali ED, habebit ſitum circuli TR. Apparet autem ob eandem angulorum OCD, DCT æqualitatem arcum DM, quem recta CT abſcindit in circumferentia ODM eſſe æqualem arcui DO. Unde juncta ME, erit & angulus MED æqualis DEO. Itaque ſi ſiat arcus AL totidem graduum, quot continet arcus DM, jungaturque CL, erit hæc parallela EM. In triangulis igitur CEM, SCL erunt anguli LCS, MEC æquales, & circa hos æquales angulos latera proportionalia. Eſt enim ex conſtructione SC ad CL, ita CE ad EM, quoniam CL ipſi CA & EM ipſi ED eſt æqualis. Erunt ergo æquales etiam anguli MCE & LSC, ac proinde latera CM, SL parallela. Hac igitur rotatione circulorum DM, AL Planetam in A poſitum ita moveri per circulum AL, ut ejus motus quam proxime reſpondeat *Hypotheſi Kepleri* ita oſtendetur: Ponatur Planeta motus ab A verſus N, erit ſpatium NSA anomalia ejus media; atqui propter lineas parallelas SL, CN erit triangulum NSC æquale triangulo CLN, quod inſenſibili | diſcrimine differt a ſectore CLN[45]). Spatium itaque CLA, adeoque & arcus AL (p. 459.
reſpondebit anomaliæ mediæ; promoto Planeta ex A in N. Quod ſi ponamus AQP eſſe ellipticam Kepleri orbitam, erit quidem Planeta in Q, ubi ſcilicet NQ perpendicularis in AP Ellipſin AQP ſecat, non in N, ſed hæ Ellipſes tam parum a circulis recedunt, ut differentia in machina animadverti nequeat. Erit itaque N locus Planetæ debitus medio motui AL, qui arcus tot gradus, ac arcus DO ſive DM complectitur. Quod ſi tympanum ponatur quovis alio loco velut in G æque diſtante a centro C verſus quod tympanum dirigitur, collocetur vero punctum D, quod in rota ODM maxime a Centro C diſtat ſub tympano, & Planeta rurſus in A loco Aphelii ſui, apparet æquali verſatione tympani

par des rotations égales du tympan en G et en D, passent les mêmes angles autour du centre C. En quelqu'endroit qu'on place le tympan, le mouvement de la planète deviendra donc inégal suivant la même loi, quoique les dents de la roue DM aient été prises toutes égales; il faut seulement que les dents du tympan K visant directement le point C aient une certaine longueur par l'effet de laquelle elles puissent engrener dans celles de la circonférence DM coupant la droite DC en des points toujours divers; de plus on doit avoir égard à ce que, lorsque la plus longue droite qu'on puisse tirer du centre C à la circonférence DM est placée directement sous le tympan K, la planète soit placée dans l'aphélie de la circonférence ANL. Mais comme dans notre machine tous les tympans sont placés sur un axe unique, celui-ci ne pourra avoir la bonne direction que par rapport aux centres de deux planètes. C'est pourquoi il faut encore examiner comment le même but peut être atteint au moyen de dents inégales. Supposons à cet effet la circonférence DMP coupée en parties égales Da, ab, bM, Mg et qu'à elles toutes des droites soient tirées à partir du point C, savoir Ca, Cb, CM, Cg, alors celles-ci couperont l'orbite ANL de la planète en des parties inégales Ad, de, eN, Nf. De cette façon on trouvera sur la circonférence ANL un nombre de dents inégales égal à celui des dents égales de la circonférence DM. En leur appliquant maintenant le tympan K (car elles s'y adapteront suffisamment bien quoiqu'ici plus petites et là plus grandes), il arrivera qu'avec le même nombre de dents du tympan K qui faisait d'abord passer les dents de l'arc DM, passent maintenant celles de l'arc AN, d'où résulte que dans l'un et l'autre cas il se produit la même inégalité du mouvement planétaire, savoir celle dont nous avons fait voir qu'elle correspond à fort peu près à l'hypothèse de Kepler.

FIN.

in G atque in D eoſdem angulos tranſire circa centrum C. Quare ubicunque collocetur tympanum, eodem ritu motus Planetæ inæqualis fiet, licet dentes rotæ DM æquales ponantur, modo dentes tympani K directe ſpectantis ad punctum C aliquam habeant longitudinem, qua committi queant dentibus circuli DM aliis & aliis in punctis ſecantis rectam DC; & ſimul obſervetur, ut poſita recta longiſſima, quæ a centro C ad circulum DM duci poteſt directe ſub tympano K, Planeta ponatur in Aphelio circuli ANL. Verum cum noſtra in machina omnia tympana in uno eodemque axe ſint poſita, non poterit ille niſi ad duorum Planetarum centra debite collocari; quare porro conſiderandum eſt, qui idem per inæquales dentes perfici queat. Quem in finem ſupponamus circulum DMP in partes æquales D*a*, *ab*, *b*M, M*g* ſectum eſſe, & ad illas ſingulas duci ex puncto C rectas, C*a*, C*b*, CM, C*g* illæ in partes inæquales A*d*, *de*, *e*N, N*f* ſecabunt orbitam Planetæ ANL. Qua ratione invenientur in circulo ANL totidem dentes inæ|quales, quot p. 460
æquales poſiti ſunt in circulo DM. Quibus ſi nunc porro tympanum K applicetur, (ſatis enim convenient, licet alibi minores, alibi vero majores paulo evadant,) cum eodem numero dentium tympani K, quo tranſiere prius dentes arcus DM, jam tranſeant dentes arcus AN, fiet, ut ſimul eadem motus Planetæ oriatur inæqualitas, quam Hypotheſi Keplerianæ proxime reſpondere oſtendimus.

F I N I S.

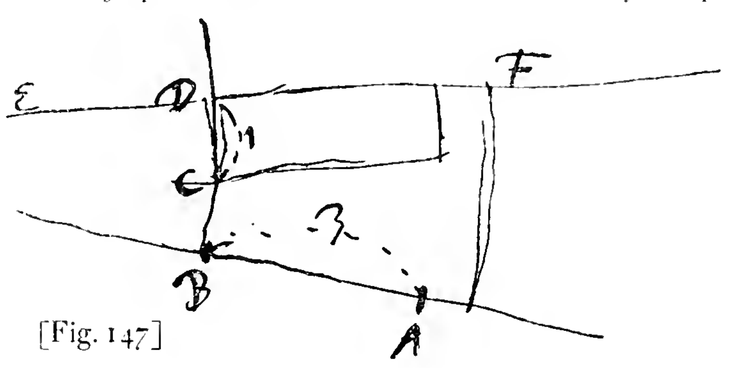


APPENDICE I

A LA DESCRIPTIO AUTOMATI PLANETARII.

[1686][1].

Ad machinam planetariam. Armilla BC [Fig. 147] certum numerum habet dentium et magnitudinem. Ratio AB ad CD nota. Fiat altitudo CB debito major et dentibus aliquot incidatur ex ijs qui latiſſimi. Tum in DC nondum axi EF juncta paulo majore



[Fig. 147]

adſumta, dentes aliquot ſecundum factam partitionem incidantur, atque eouſque diminuantur cum radio CD donec hi dentes commode moveant dentes dictos armillæ BC. Tunc demum axi EF imponatur rota DC armillæ. Hujus dentes eouſque deprimantur donec rota DC axi EF inſidens dentes ſuos aptè inferat dentibus armillæ CB. atque ad eandem altitudinem tota armillæ circumferentia dentibus incidatur.

[1]) La Pièce est empruntée à la p. 229 du Manuscrit F. Les p. 227 et 239 portent respectivement les dates de Sondag 5 Mei et Sept. 1686.

APPENDICE II
A LA DESCRIPTIO AUTOMATI PLANETARII[1])

De summa vero operis ut quod sentio dicam, vix quemquam fore arbitror eorum qui ad hanc Automati nostri Planetarij Expositionem legendam accessuri sunt ad quem non fama pervenerit Archimedeæ sphæræ de qua tam multa memoriæ prodita reperiuntur. Atque utinam superesset vel ipsius artificis commentarius ille quo machinæ hujus fabricam exposuisse creditur, vel aliunde de ea extaret fida satis narratio. Nunc vero ejusmodi sunt quæ de illa feruntur ut ad eam intelligendam nihil prorsus nos adjuvent — suspicionem vero moveant præter veritatem aliquam ficta esse — sed potius aliena quædam a veritate hominum mentibus offerant, cujusmodi illud de vitrea sphæræ materia et incluso spiritu mundum suum movente[2]), quasi non mechanicæ artis sed chymicorum arcano aliquo fretus (autre leçon: sisus) Archimedes opus illud inchoasset, quod est longe absurdissimum (autre leçon: quo nihil absurdius dici possit). Equidem magnopere semper Archimedis ingenium suspexi, cujus tot egregia habemus monumenta, sed in hoc de quo nunc agitur invento eam præcipuam ejus laudem existimo quod primus rem mirabilem nec adhuc tentatam aggredi ausus sit, multisque postea ad simile quid conandum (autre leçon: audendum) viam præiverit. Concedam etiam id eum præstitisse quo nihil aptius aut ingeniosius illo ævo effici potuerit.

En marge: Equidem nihil dubito quin dentatarum rotularum circuitionibus[3]) omnia constiterint, de summa operis vero quam exactum absolutumve fuerit si conjicere licet, si quod sentio dicendum est, non maxima de eo apud me opinio est.

Sed plurima scimus cum in Astronomia tum in rebus mechanicis ab eo tempore esse reperta, quæ prisca illa ætas ignorabat. Et in coelestium quidem doctrina ultimis hisce centum annis plus profectum asseverare ausim quam omni reliquo tempore, quo studium hoc excoli cœptum sit[4]). Neque enim ante Copernicum ordo certus aut proportio orbium in quibus Planetæ moventur innotuerant. Nam licet Philolai systema[5]) et Aristarchi jam tempore Archimedis extaret atque ejus ipse alicubi meminerit[6]), in quo Terra circa solem immobilem veheretur et in sese converteretur, nihil tamen de

[1]) Chartæ astronomicæ, f. 189. Projet antérieur non daté du début de la „Descriptio".

[2]) Voyez l'épigramme de Claudianus cité à la p. 173 qui précède.

[3]) Comparez la note 27 de la p. 78 qui précède.

[4]) Attendu que l'ouvrage de Copernic a vu le jour en 1543, Huygens aurait pu écrire 150 ans au lieu de 100 ans.

[5]) Voyez sur Philolaus les p. 554 et 567 qui précèdent.

[6]) Savoir dans le Ψαμμίτης (ou Arenarius). Il n'y est question que d'Aristarque.

reliquorum orbium ad nostrum hunc ratione nec de totius systematis complexu desinitum fuerat. Ut proinde non satis pro merito Copernicus ab ijs laudatur qui Pythagoreorum hypothesin renovasse eum ac revocasse dicunt, cum ille vix teneribus initijs cœptam ingenij sui perspicacia (autre leçon: selicitate) quasi de integro totam eruerit ac perfecerit. Jam quis nescit quanta præterea accessio facta sit astronomiæ ex quo commentitios illos Epicyclos Keplerus cœlo relegavit (autre leçon: amovit) simplicesque Planetarum vias esse docuit. Quam denique hæc omnia Telescopij observationibus confirmata fuerint et ipsorum denique planetarum numerus alijs planetis auctus? Itaque si quis cogitet quantarum hic rerum cognitione veteres astronomi caruerint, ut nec partes Systematis singulas nec formam totius habuerint perspectam, facile quoque intelliget fieri non potuisse ut instar ejus aut imaginem quæ quidem similitudinem aliquam haberet arte effingerent. Ad hæc mechanicæ pars illa quæ ad horologiorum automata pertinet non pauca habet ad hujusmodi sphæras mobiles instruendas necessaria, qualis est lamina illa è chalibe quæ in spiris adstricta motui omni principium dat, et multo quidem aptius quam plumbi gravitas; quale et libramentum[7]) quo rotarum extremarum cursus sufflaminatur (autre leçon: celeritas cohibetur). quæ nec Archimedis ætate nec multis post seculis cognita fuere. Si enim reperta fuissent, non potuissent, cum tantam ultilitatem haberent, postea negligi aut exolescere.

Quod autem vitream sphæram Archimedis fuisse aliqui voluerint, non video quid aliud vitro hic fieri potuerit quam ut machinam totam includeret, fragili sane custodia. Si vero sphæra fuerit e metallo, oportet ut vel in ejus superficie motus planetarum apparuerit quales videre memini quæ cursum solis exhiberent (sed hoc in tanta motuum apparentium diversitate, nunc prorsum nunc retro incedentibus sideribus non videtur mihi præstari posse), vel tale genus sphæræ fuerit, si tamen ea sphæra dicenda est, quæ ex pluribus circulis armillisve componitur alijs alios includentibus, quorum quisque suum planetam circumferat. Hic vero similitudo veri systematis crebris illis deferentibus circulis non parum obscuratur qui in cœlo nusquam existunt. Fortasse autem hujuscemodi sphæram armillarem vitrea inclusit Archimedes, nisi totum illud de vitro figmentum est, quod mihi potius videtur[8]). Cicero quidem qui Posidonij sphæram Archimedeæ æmulam laudat[9]) vitri non meminit sed varios planetarum motus in sphæram utrumque attigisse confirmat. Sed neque Posidonij tempore vera systematis natura (autres leçons: facies, species) comperta erat, nisi quod Veneris et Mercurij stellas solem am-

---

7) Comparez le § 21 de la p. 160 qui précède.

8) Nous rappelons qu'Ovide qui a dû connaître le planétaire d'Archimede de visu dit que le „globus" se trouvait „in aere clauso" (vers cités à la p. 174 qui précède).

9) Nous avons cité Cicéron dans la note 10 de la p. 172 précède.

bire inque curſus ſui centro habere ex Ægyptiorum doctrina jam percrebruerit[10]). qua una re aliquid amplius quam Archimedes efficere potuit. Sed hoc rurſus Ægyptiorum inventum a Ptolomæo rejectum eſt quem omnes deinde uſque ad Copernicum ſecuti ſunt.

Itaque qui ante hujus tempora talia automata architectati ſunt fruſtra, ut mihi videtur, ingenia ſua torſerunt, inter quos fuiſſe narratur qui mille quingentis rotulis opus ſuum oneraverat[11]). Poſtquam vero a Copernico reformata ac in melius mutata eſt aſtronomia, quæ deinde Tychonis Brahei obſervationibus et Kepleri induſtria perfectionem fere ſummam eſt adepta, ſicut facilius tentari res eadem potuit ita a pluribus quoque (autre leçon: plurium quoque æmulatione) ſuſcepta fuit (autre leçon: ita plures quoque in hoc incubuerunt) quorum et machinationes quaſdam vidimus vario artificio elaboratas. Noſtra autem quam hic exponere aggredimur diverſa quantum ſcio ab omnibus ratione conſtructa eſt ac ſimplici quidem forma adeo ut non paucioribus rem confici poſſe exiſtimem. Similitudinem vero veri ſyſtematis omnium orbium poſitu ac dimenſione, tum medijs æque et anomalis planetarum motibus exacte exprimit ac præter ſpectaculi elegantiam hunc præbet uſum, ut loca planetarum in cœlo apparentia tam in futurum ac præteritum quam in præſens tempus cum conjunctionibus atque oppoſitionibus omnibus velut ephemeride quadam perpetua, nullo negotio inde addiſcere ac prævidere liceat.

Ut itaque ab exteriori conſtructione exordiar, Octogonum eſt etc.

---

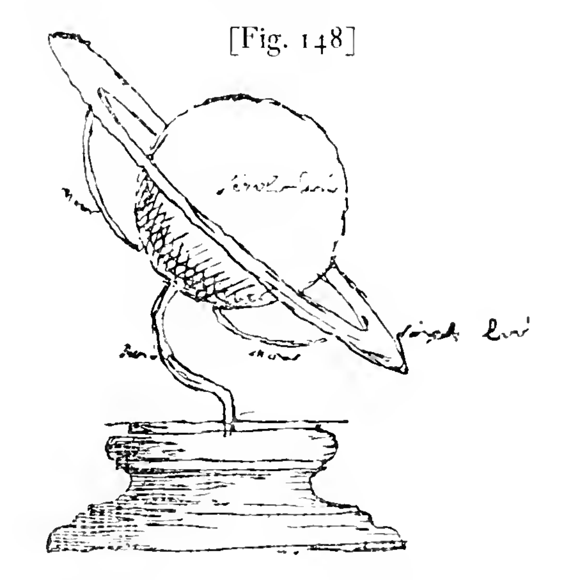
[10]) Dans le § 10 du „Somnium Scipionis" Ciceron écrit: „[Solem] ut comites consequuntur, alter Veneris, alter Mercurii cursus". En commentant ce passage Macrobe („In Somnium Scipionis" Lib. I, cap. XIX) nous apprend que „Plato Aegyptios, omnium philosophiæ disciplinarum parentes secutus est qui ita Solem inter Lunam & Mercurium locatum volunt, ut ratione tamen deprehenderint & edixerint cur à nonnullis Sol suprà Mercurium supráque Venerem esse credatur . . . Horum verò trium proximorum, Veneris, Mercurij & Solis ordinem vicinia confudit. Sed apud alios. Nam Aegyptiorum solertiam ratio non fugit, quæ talis est: Circulus per quem Sol discurrit, à Mercurij circulo, ut inferior, ambitur. Illum quoque superior circulus Veneris includit. Atque ita fit ut hæ duæ stellæ, cùm per superiores circulorum suorum vertices currunt, intelligantur supra solem locatæ: cùm verò per inferiora commeant circulorum, sol eis superior existimetur". Le passage de Platon auquel Macrobe fait allusion est l'endroit suivant du Timée (§ 38): [ὁ θεὸς ἔθηκεν] ἑωσφόρον καὶ τὸν ἱερὸν Ἑρμοῦ λεγόμενον εἰς τὸν τάχει ἰσόδρομον κύκλον ἰόντας. Il n'est pas démontré que Macrobe attribue à bon droit aux Égyptiens la connaissance du mouvement héliocentrique de Vénus et de Mercure (attribuée ailleurs à Herakleides Pontikos, disciple de Platon).

[11]) Il s'agit de Torriani, voyez la p. 172 qui précède.

APPENDICE III
A LA DESCRIPTIO AUTOMATI PLANETARII.
[1694 ou 1695][1].

Pour placer au deſſus de la machine planetaire.

[Fig. 148]

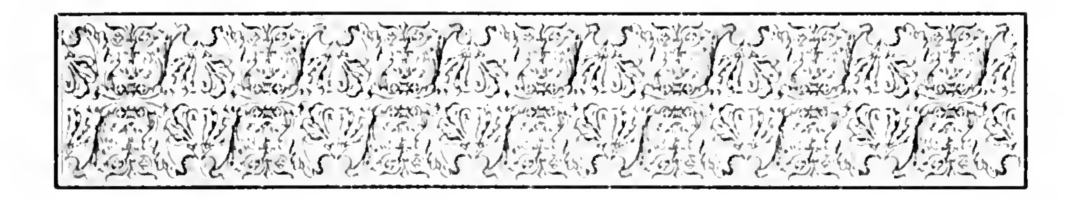


On lit dans la Fig. 148: noir, noir, noir, ſizelè dorè, ſizelè dorè.

[1]) L'Appendice III est emprunté à la f. 127 du Manuscrit I, dont les f. 121 et 131 portent respectivement les dates Aoust 1694 et 29 Jan. 1695.



COSMOTHEOROS



Avertiſſement.

La Pièce de 1690[1]) que nous avons intitulée „Réflexions ſur la probabilité de nos concluſions et diſcuſſion de la queſtion de l'exiſtence d'êtres vivants ſur les autres planètes" porte à croire qu'en ce temps, alors qu'il était âgé de 60 ou 61 ans, Huygens avait l'intention de publier ſur ces queſtions un ouvrage dont la majeure partie — à moins que d'autres ſujets encore n'y fuſſent traités — ſerait vouée à celle des planéticoles. En 1686, nous l'avons dit auſſi à la p. 129 qui précède, il ſongeait peut-être à un livre ſur l'aſtronomie en général deſtiné en premier lieu aux hommes de ſcience comme la grande majorité de ſes publications antérieures, livre où, comme le font voir les „Penſees meſlees" — conſultez-en les §§ 16, 38, 52—54 et 59 — la queſtion de l'exiſtence d'organiſmes planétaires aurait probablement été diſcutée ſans prolixité. Trois ou quatre ans plus tard cette queſtion lui ſembla digne d'un traitement plus ample et en même temps plus populaire. Il n'en entreprit pas encore la publication, ſans doute puiſqu'alors déjà il lui parut après tout préférable d'y joindre un aperçu général de la conſtitution de notre ſyſtème planétaire ainſi que des remarques ſur le monde des étoiles, en premier lieu ſur les diſtances de ces dernières[2]). De cette façon l'enſemble ſerait plus inſtructif et moins excluſivement œuvre de fantaiſie.

---

[1]) Ou peut-être de la fin de 1689; voyez la note 1 de la p. 539.
[2]) Il était déjà queſtion de ce dernier sujet à la p. 370 (inédite) qui précède.

En 1694 il exécuta ce projet, en vouant un premier livre à la queſtion des planéticoles et un deuxième au dit aperçu. Le choix de la langue latine montre que, tout en ſe faiſant populaire, il n'écrivait pas en premier lieu pour le grand public mais bien plutôt pour les gens du monde non dépourvus d'inſtruction claſſique. Voyez ce qu'il dit ſur ſes lecteurs à la p. 685.

Le mot Koſmotheoros a apparemment été forgé par Huygens; mais J. Fernel au ſeizième ſiècle avait déjà publié une „Coſmotheoria".

C'était auſſi pour les „honnêtes gens" (pour parler avec Voltaire) que de Fontenelle avait fait voir le jour en 1686 à ſes „Entretiens ſur la pluralité des mondes"[3]). Quoi d'étonnant ſi Huygens a cru devoir, après lui, traiter le même ſujet d'une façon moins ſuperficielle?[4]). Nous ne diſons pas: pour le même public, puiſque, ſi nous voyons bien, Huygens ne ſonge guère, comme de Fontenelle, aux dames.

Dès juillet 1692 il parle vaguement, dans une lettre à Leibniz[5]), de la publication d'un écrit ſur un ſujet non mathématique. Mais ce n'eſt qu'en mars 1694 qu'il eſt ſérieuſement queſtion, dans une lettre du frère Conſtantijn[6]), de l'apparition prochaine d'un „livre des Planetes" qu'en Angleterre on eſt, dit-il, impatient de voir ſortir. Conſtantijn apprit encore le même mois que le traité était achevé „moitiè Latin moitiè Français, de ſorte qu'il y reſte une grande partie a traduire", et qu'il lui ſerait dédié ſauf objection de ſa part. Le 7 janvier 1695 Huygens put écrire à ſon frère que l'ouvrage était achevé et que le libraire Moetjes (ou Moetjens) de la Haye l'avait accepté[7]). Le 4 mars ſuivant, nous l'apprenons par la dernière lettre connue de Huygens[8]), la première feuille était imprimée; il ajoutait qu'il continuait toujours à corriger et amplifier ſon écrit.

[3]) Dans la Préface il écrit: „J'ay voulu traiter la Philosophie d'une maniere qui ne fût point Philosophique; j'ay tâché de l'amener à un point qu'elle ne fust ny trop seche pour les Gens du Monde, ny trop badine pour les Sçavans".

[4]) Voyez ce que Huygens dit sur les Entretiens ou Dialogues dans la Partie *A* de l'Appendice VI qui suit. Dans le Cosmotheoros lui-même il en fait mention à la première page, sans citer le nom de l'auteur, omission qui lui est familière. Il a aussi été question des Entretiens dans la note 10 de la p. 343 qui précède. Dans sa Préface de Fontenelle dit encore: „Le vray et le faux sont meslez icy".

[5]) T. X, p. 304.

[6]) T. X, p. 581.

[7]) T. X, p. 703.

[8]) Adressée à Constantijn, T. X, p. 708.

Nous ignorons combien de feuilles ont pu être imprimées avant la dernière maladie et le décès de l'auteur. Dans la note 6 de la p. 581 du T. X nous avons déjà dit que l'impression traîna en longueur et que lorsqu'en 1698 elle fut achevée, Constantijn lui aussi avait cessé de vivre. C'est ce qu'on lit aussi dans la préface anonyme de l'édition de 1698 que nous reproduisons ici.

BENEVOLO LECTORI SALUTEM.

Libellus hicce jam ad umbilicum deductus, & prælo destinatus erat, cum maximo rei literariæ damno Illustrem ejus Auctorem primum morbus, dein mors occupavit. Qui tamen ut in lucem prodiret, cavit, ultima voluntate fratrem, ad quem scriptus est, rogitans, hujus ut edendi curam suscipere vellet. Cui rei Nobilissimo Viro innumeris occupationibus & peregrinationibus, utpote qui Magnæ Britanniæ Regi ad res Batavas à secretis esset, distracto vacare non licuit, nisi anno ferme post Auctoris obitum. Qua re, intercedente deinde etiam Typothetarum mora, factum est, ut cum editioni jam omnia pararentur, & hic Vir fato cessèrit, adeoque & Parente & eo, qui post parentis obitum ejus vicem gerebat, & ad quem destinatus erat, destitutus fuerit hic Libellus. Eadem tamen, qua ab Auctore consciptus erat, ratione, eademque ad fratrem, licet jam defunctum, inscriptione, (Religio enim fuit quidquam immutare) prodit in publicum, non dubia spe, fore, ut eruditi, sicut reliqua omnia Auctoris, sic & ultimum hunc ejus fœtum benigne accipiant. Demonstrationes equidem Mathematicas non invenient ubique, neque enim res patitur, sed, quo in his rebus nihil ultra desiderari jure posse videtur, verisimiles & ingeniosas conjecturas. Quæ ex cælorum notitia depromi potuerunt, ea hic videbunt ratione demonstrata; quæ ex iis non patent, ex cœlestium corporum cum tellure nostra affinitate solerter conjecta. Verum hujus quid sit, ex ipso Auctore commodius perspicies. Vale.

Quand on vieillit, les souvenirs du temps où l'on était jeune, se présentent souvent avec une intensité supérieure à ceux de plus tard. Élevés et instruits ensemble, tant à la Haye que comme étudiants à Leiden, habitués à construire ensemble des instruments optiques à la maison paternelle durant un grand nombre d'années, les deux frères vivaient toujours dans une certaine communauté d'idées[9]). Durant le séjour

[9]) Quelques passages de la Correspondance font voir que Constantijn continuait à s'interesser plus ou moins aux sciences mathématiques. Dans sa lettre du 2 avril 1694 (T. X, p. 598) Christiaan l'exhorte à se procurer la nouvelle édition des oeuvres de Wallis. Voyez aussi le deuxième alinéa de la p. 554 du T. XX.

de Chriſtiaan à Paris ils durent ſe contenter — nous l'avons rappelé plus haut[10]) — d'échanger des lettres ſur les lunettes et la taille des lentilles: mais en 1681 et dans les années ſuivantes ils travaillèrent de nouveau enſemble. Or, en obſervant la lune et les planètes, Conſtantijn et Chriſtiaan — comment eût-il pu en avoir été autrement? — avaient ſouvent diſcouru, ſans doute ſurtout lorſqu'ils étaient jeunes, ſur la queſtion de ſavoir comment les corps céleſtes ſe préſenteraient à nous ſ'il nous était donné d'en approcher de bien près, mieux encore de les viſiter. Lorſqu'il eut atteint l'âge de 60 ans cette queſtion était apparemment devenue de plus en plus importante aux yeux de Chriſtiaan: elle était, nous ſemble-t-il, étroitement aſſociée dans ſon eſprit avec le ſentiment de l'amitié qui le liait à Conſtantijn. À la p. 779 qui ſuit Huygens mentionne les objectifs taillés par Conſtantijn qui n'avaient encore été mis à l'épreuve que dans des allées ſuburbaines. Puiſque leurs diſtances focales étaient de 170 et 210 pieds ils ſont certainement identiques avec ceux mentionnés plus haut dans la note 3 de la p. 303 comme ayant été offerts à la Royal Society après le décès des Huygens[11]). L'un au moins de ces deux objectifs a ſervi à quelques obſervations aſtronomiques[12]) comme il en fut pour un grand nombre d'obſervations de celui de 122 ou 123 pieds également taillé par Conſtantijn[13]). Nous ignorons ſi Huygens ſuppoſe à bon droit ces deux objectifs équivalents aux meilleurs objectifs fabriqués ailleurs, c.à.d. à ceux de Campani. Ce qui paraît au moins fort probable, ou preſque certain, c'eſt qu'avec l'un et l'autre les frères auraient pu obſerver les cinq ſatellites alors connus de Saturne, puiſque, d'après Pound, l'objectif de 122 pieds permettait déjà de les voir[13]). Ils auraient donc auſſi pu apercevoir un peu mieux les bandes et taches de Jupiter, ainſi que les détails de la ſurface de Mars (et les facules du ſoleil, dont Huygens n'admet pas l'exiſtence, p. 807). Mais pour aller plus loin, pour ſe faire une idée de la nature des corps céleſtes de notre ſyſtème ſolaire et de leurs habitants, ſuppoſé qu'il y en eût, il fallait néceſſairement ſ'aventurer ſur le terrain des conjectures.

---

[10]) P. 239—242.

[11]) Il n'est nulle part fait mention d'autres objectifs hugueniens possédant des distances focales de 170 ou 210 pieds; consultez l'article de F. Kaiser cité à la p. 302, ainsi que la l. 2 de la p. 18 de notre T. XV où le lecteur est renvoyé à diverses pages des T. IX et X.

[12]) En 1722 Bradley se servit de l'objectif de 210 (ou 212) pieds pour mesurer le diametre apparent de Vénus; voyez la p. 25 du T. XV.

[13]) P. 302—303 qui precèdent.

L'Appendice V qui suit fait voir que Huygens avait d'abord l'intention de faire en premier lieu des conjectures sur la lune; mais pour la raison qu'il développe à la p. 791 il préféra après tout commencer par la considération des planètes primaires.

Nous observons que, sauf erreur, Huygens est le premier astronome qui ait remarqué que la lune n'a pas (ou presque pas) d'atmosphère; voyez aussi le § 54 de la p. 368 qui précède [14]).

Ayant déjà parlé de la question des planéticoles dans l'Avertissement des p. 180 et suiv., il nous semble inutile de faire ici des observations sur les conjectures de Huygens. Bornons-nous à remarquer 1. qu'il est plus difficile aujourd'hui qu'au dix-septième siècle de supposer à la surface des planètes des eaux liquides à des températures beaucoup plus basses que les nôtres, 2. qu'il est au contraire plus facile qu'il ne l'était pour Huygens de supposer l'existence d'autres organes pour voir que nos yeux, vu que nous connaissons aujourd'hui des ondes électro-magnétiques de fréquences fort diverses [15]).

On causait déjà au dix-septième siècle de visiter, un jour, la lune [16]). Huygens se

---

[14]) Dans l' „Iter exstaticum" de Kicher — édition de 1660, voyez la note 1 de la p. 764 — nous lisons à la p. 48 dans la „Prælusio Parænetica Auctoris": „Lunæ atmosphæra. Ex Cysati observationibus Atmosphæræ lunaris Mundo patuit, cui omnes subscribunt". Et à la p. 65 dans la „Prælusio in Lunam": „De Lunæ atmosphæra . . Per Lunæ atmosphæram intelligo hîc aërem vapidum, vel aliud quid aëri vapido & crassiunculo simile, circumfusum Lunæ. Quæritur igitur, an Luna suam circa se habeat atmosphæram sicut Tellus nostra suam habet. Plurimi enim recentiorum post tubi optici usum agnoscunt circa ipsum aërem, aut densiorem ætherem, ut sunt Keplerus, Mæstlinus, Galilæus, Longomontanus, Jordanus Brunus, David Fabricius, Antonius Maria de Rheita, Marius Bettinus, Langrenius, Wendelinus, Joannes Baptista Cysatus, & Scheinerus".

[15]) Dans le livre de H. L. Bergson cité à la p. 665 qui suit, l'auteur s'exprime comme suit (p. 278 „De la signification de la vie" de la 33ième édition de 1929, F. Alcan, Paris): „Si [la vie] vise essentiellement à capter de l'énergie utilisable pour la dépenser en actions explosives, elle choisit sans doute dans chaque système solaire et sur chaque planète, comme elle le fait sur la terre, les moyens les plus propres à obtenir ce résultat dans les conditions qui lui sont faites. Voilà du moins ce que dit le raisonnement par analogie, et c'est user à rebours de ce raisonnement que de déclarer la vie impossible là où d'autres conditions lui sont faites que sur la terre. La vérité est que la vie est possible partout où l'énergie descend la pente indiquée par la loi de Carnot et où une cause, de direction inverse, peut retarder la descente, — c'est-à-dire, sans doute, dans tous les mondes suspendus à toutes les étoiles".

Parmi nos contemporains J. Jeans pense différemment; voyez sur lui l'alinéa suivant du texte.

[16]) De Fontenelle, Entretiens etc. Second Soir (Que la Lune est une Terre habitée), p. 51: **L'art de voler ne fait encore que de naitre, il se perfectionnera, & quelque jour on ira jusqu'à la Lune.**

contente de constater l'impossibilité actuelle de pareils voyages[17]). Aujourd'hui on commence à songer sérieusement à construire des navires éthériens — pour employer ce mot — capables de sortir de l'atmosphère terrestre[18]). Il faudra certes „encore bien de la science et de l'invention pour venir a bout d'une telle entreprise"[19]); même si l'on y réussit, on pourra déjà s'estimer heureux dans les premiers temps, nous semble-t-il, si l'on parvient à s'élever jusqu'à la lune et à en revenir sains et saufs. Visiter les planètes, ou du moins s'en approcher suffisamment pour les photographier, serait cependant l'unique moyen, pensons-nous, pour voir s'il s'y trouve des animaux, peut-être en partie raisonnables et comparables à nous-mêmes. Nous serions ainsi un peu mieux renseignés que nous ne le sommes actuellement sur le phénomène de la vie dans l'univers, partant aussi sur la place de l'homme dans l'échelle des êtres; quoiqu'alors aussi (on se plaît aujourd'hui à soutenir — nous songeons à J. Jeans[20]) — que la majorité des étoiles sont dépourvues de planètes, ce qui serait encore invérifiable) le problème qui, après Bruno et d'autres, préoccupait Huygens, n'eût encore été résolu que bien partiellement. Nous ne disons rien de ce qui pourrait se trouver au-delà des étoiles en supposant que leur nombre ne soit pas infini[21]).

---

17) P. 763 qui suit (fin du premier livre): cum ejus itineris conficiendi spes omnis adempta sit . . . C'est ainsi qu'il avait constaté ailleurs (T. XVII, p. 515) l'impossibilité actuelle de monter dans notre pays jusqu'à la hauteur ordinaire des nuages.

18) En 1937 nous avons eu l'occasion de visiter à Paris le „Palais de la Découverte" de création récente; nous y avons trouvé une salle d'„astronautique" où étaient exposés les projets des dernières années pour sortir de l'atmosphère et visiter la lune et les planètes.

19) C'est seulement dans le T. XXII que nous publierons parmi les „Varia" les pages de Huygens qui se rapportent au vol. A la p. 327 du Manuscrit D il écrit sous le titre „Nouvelle force mouvante par le moyen de la poudre a Canon": . . . et quoyqu'il paroitra absurde, il ne semble pas pourtant impossible d'en trouver quelqu'une [une voiture] pour aller par l'air, puisque le grand obstacle a l'art de voler a estè jusqu'ici la difficultè de construire des machines fort legeres et qui puissent produire un mouvement fort puissant. Mais j'avoue qu'il faudroit encore bien de la science et de l'invention pour venir a bout d'une telle entreprise.

20) James Jeans „The motion of tidally-distorted masses, with special reference to the theories of Cosmogony", London 1917; „The universe around us", Cambridge, 1930; „The mysterious universe", Cambridge, 1931 et 1932.

21) P. 817 qui suit. Huygens faisait cette même supposition dans le dernier § des „Pensees meslees". Il ne croit pas cependant pouvoir nier avec assurance l'existence d'un nombre infini de corps célestes.

Ce qui formait en premier lieu un lien entre Christiaan et Constantijn outre la musique et la peinture, ce n'est pas seulement leur commun travail manuel ainsi que leur commune application aux mathématiques et a l'astronomie, c'est aussi leur commune instruction classique — dont d'ailleurs leur étude des mathématiques et de l'astronomie est inséparable —, laquelle était pour une petite partie, mais non la moins importante aux yeux de la famille, une instruction religieuse. Nous n'avons trouvé le nom d'aucun pasteur protestant chargé de cette instruction, ce qui nous amène à supposer que c'était surtout le père Constantijn — pour ne rien dire des nombreux sermons entendus à l'église — qui s'était chargé de cette partie de l'éducation. Il est connu que le père Constantijn possédait un grand nombre de livres de théologie [22]) et que tant son père [23]) que lui-même étaient des protestants zélés, non le moins dans tout ce qui concernait les affaires de l'état; les Huygens appartenaient au parti orthodoxe et l'opposition contre l'église catholique est un trait marquant chez Constantijn père [24]). D'autre part celui-ci s'intéressait vivement au développement des sciences, et nous ne voyons pas qu'il ait jamais craint que la science pût un jour se montrer plus ou moins opposée, non seulement à la scolastique, ce qu'il approuvait, mais aussi aux vues religieuses basées sur l'Ecriture sainte. Dans la „norma studiorum et vitæ reliquæ etc." de 1645 [25]) il recommandait à Constantijn et Christiaan de toujours commencer leur journée par la lecture, en grec, d'un chapitre du Nouveau Testament.

Quant à Christiaan adulte, d'après le Journal de Voyage de 1660—1661, il assistait régulièrement à Paris au culte protestant, soit à l'ambassade soit ailleurs. Le fait qu'il connaissait fort bien, après son retour en Hollande (1681), l'organiste van Blankenburg — voyez sur lui notre T. XX — nous amène à supposer qu'en ce temps il fréquentait l'église wallonne à la Haye. En 1660 il répondait à Tacquet, désireux de le convertir au catholicisme, qu'il ne voyait pas de raison pour „recedere a pristina religione" et ajoutait s'estimer heureux „quod quæ a prima juventute pro veris habui eadem nunc quoque talia existimare liceat". Ce qui mérite surtout d'être remarqué c'est qu'en ce temps, en comparaison avec les questions religieuses („gravioribus hisce"), il dit con-

---

[22]) Il y en avait également un grand nombre dans la bibliothèque de Christiaan, d'après le catalogue de vente de 1695.

[23]) Christiaan Huygens (dit Christiæn de Oude), secrétaire du premier Stadhouder, Guillaume le Taciturne.

[24]) Comparez ce que Christiaan Huygens dit sur ce sujet dans le quatrième alinéa de la p. 403 du T. X; et aussi ce qu'il écrit à Leibniz sur le catholicisme aux p. 388—389 du même Tome.

[25]) T. I, p. 4.

fidérer les queftions géométriques — cependant bien importantes pour lui — comme des „res exigui momenti" [26]).

Defcartes, lui, fe montra toute fa vie attaché à l'églife catholique [27]). Dans fes „Cogitationes privatæ" — qui, il eft vrai, datent de 1619 — nous lifons: „Tria mirabilia fecit Dominus: res ex nihilo, liberum arbitrium, & Hominem Deum" [28]).

Il y a, au fujet de la queftion du libre arbitre, une oppofition de vues entre Defcartes et Huygens qui f'explique fort bien par leur éducation, l'une proteftante, l'autre catholique. Déjà en 1524 Érafme avait publié fon „De libero arbitrio" [29]), auquel Luther, vifé par le célèbre humanifte rotterodamois, avait répliqué l'année fuivante — et Calvin fe montrerait bientôt du même avis — par fon „De fervo arbitrio" [30]). Huygens lui auffi confidère nos actions et nos penfées comme entièrement déterminées, de forte que le libre arbitre n'eft qu'une illufion [31]). Généralement tous les „rerum eventus" font „neceffitate aftricti" [32]).

Il en réfulte que chez Huygens — autrement que chez Defcartes — il n'y a aucune différence fous ce rapport entre les hommes et les (autres) animaux. Ce qu'il défapprouve chez Defcartes (p. 731 qui fuit) ce n'eft donc pas de confidérer les animaux comme des automates, mais feulement de les confidérer comme des automates inconfcients ou fort peu conscients, infenfibles tant à la joie qu'à la douleur, ce qui — nous parlons furtout de l'infenfibilité — eft en effet, ofons-nous dire, une opinion bien contraire au bon fens.

Quant aux deux autres points nommés par Defcartes, nous obfervons 1. que Huygens ne parle nulle part d'une création „ex nihilo", 2. que nous n'avons trouvé chez lui aucune réponfe, directe ou indirecte, à la fameufe queftion: „Que vous femble-

---

26) T. III, p. 105.

27) Il est bien connu que vers la fin de sa vie Descartes convertit au catholicisme la reine Christine de Suède.

28) P. 218 du T. X de 1908 des „Oeuvres de Descartes" publiées par Ch. Adam et P. Tannery.

29) On peut aussi lire ce traité dans la traduction néerlandaise de 1612 („Erasmi Roterodami Tractæt vanden Vrijen-wille Teghen D. Martinum Lutherum", Tot Rotterdam, Matijs Bastiænsoon) ou dans celle de 1645 („Erasmus van Rotterdam. Van de Vrije-wil Tegen D. Martinus Luther", t' Amsterdam, Hendrick Maneke").

30) Publié en traduction allemande en 1934: „Martin Luther Vom unfreien Willen", herausg. v. Fr. W. Schmidt, Chr. Kaiser, München.

31) § 10 (p. 515) de la Pièce „De rationi imperviis" et § 12 (p. 528) de notre Appendice à cette Pièce.

32) § 11 de la p. 515.

t-il du Chrift?"[33]). Ce qu'il proclame volontiers (p. e. à la p. 715 qui fuit) c'eft qu'il y a dans l'efprit humain quelque chofe de divin[34]); ce quelque chofe il l'indique par le mot „raifon", la raifon ne nous fervant pas feulement pour opiner avec à-propos, mais aufli pour bien vivre[35]). Rappelons-nous qu'en ce même dix-feptième fiècle un Pafcal — tout en établiffant au-deffus de „la grandeur des gens d'efprit" un „ordre de fainteté" et des „mouvements de charité"[36]) — n'héfitait pas à écrire: „Toute notre dignité confifte . . . en la penfée . . . Travaillons donc à bien penfer; voilà le principe de la morale"[37]).

On a vu plus haut[38]) que fuivant Huygens la „fapientia" et la „animi magnitudo" peuvent être confidérées comme des dons de Dieu.

Le proteftantifme de Huygens, coïncidant ici avec ce qu'on a voulu appeler la libre penfée, l'amène à déplorer le manque de liberté, en matière de cofmologie, tant de Riccioli (p. 695, note) que d'Athanafe Kircher (p. 771).

Mais Huygens fe fent-il tout-à-fait libre lui-même? Nous voulons dire: libre d'exprimer fes opinions. Au début du Cofmotheoros nous le voyons foucieux de démontrer qu'admettre l'exiftence d'êtres raifonnables fur les autres planètes n'eft pas contraire à l'Ecriture fainte[39]). Il y parle du livre de la Genèfe comme d'une autorité infaillible qu'il f'agit feulement de bien *interpréter*. Il eft impoffible, fuivant fes pa-

---

33) Evangile selon S. Mathieu, Ch. 22, vs. 42.

34) Voyez aussi la l. 13 de la p. 343 du T. XV ainsi que la première ligne de la p. 366 qui précède, et comparez — note 10 de la p. 172 — l'expression „divinum ingenium" dont se sert Cicéron en parlant d'Archimède.

35) P. 717. Il est vrai qu'en 1660 il écrivait à Tacquet (T. III, p. 105): „non tam ratione duce quam Spiritus Sancti auxilio in rectam viam nos dirigi".

36) Fragment 793 (Sect. XII, p. 230) du T. XIV des „Oeuvres de Blaise Pascal suivant l'ordre chronologique" par L. Brunschvicg, Paris 1904.

37) Fragment 347 (Sect. VI, p. 262) du T. XIII de la même édition.

38) § 14 de la p. 516 qui précède.

39) De même que d'autres auteurs de ce temps s'efforcent de faire voir qu'il n'est pas contraire a l'Ecriture d'admettre le système de Copernic; p. e. D. Rembrantsz. van Nierop dans son traité de 1661 „Des aertrijcks beweging ende sonne stilstant, bewijsende dat dit geensins met de Christelijke religie is strijdende". Voyez aussi la note 2 de la p. 542 qui précède.

roles, que ce livre enſeigne, quoique le texte ſemble le dire, que toutes choſes auraient été créées pour l'homme „quia id abſurde diceretur"[40]). Il eſt bien évident, nous ſemble-t-il, que Huygens ne veut pas dire *ouvertement* que toutes choſes, à ſon avis, n'ont pas été créées pour l'homme — comparez le § 8 de la p. 351 qui précède — *quoique le livre de la Genèſe le diſe clairement:* en juillet 1693 il écrit à Conſtantijn au ſujet de l'„Archæologia" de Thomas Burnet: „j'y ay trouvè, qu'il ſoutient bien ouvertement que Moïſe a donnè l'hiſtoire de la creation du monde non pas ſelon la veritè, mais ſelon la capacitè des Juifs de ſon temps[41]) . . . je m'eſtonne de la hardieſſe de Burnet . . .[42]).

Il faut toujours ſe rappeler, en liſant certaines parties du „Coſmotheoros" — mais voyez cependant le § 5 de la p. 556 qui précède — qu'il ſ'agit ici d'un écrit populaire quoiqu'aſſurément Huygens exprime une conviction bien ſincère en inſiſtant — voyez p.e. l'Appendice IV qui ſuit — ſur l'impoſſibilité de la geneſe d'ètres organiques par l'effet du haſard. Puiſqu'il croyait ſavoir — ou du moins qu'il jugeait *fort probable*, attendu qu'en phyſique nous n'atteignons jamais *la certitude*[43]) — que tout phénomène (voyez p. e. le deuxième alinéa de la p. 461 qui précède) eſt dû à des colliſions

---

[40]) Comparez Descartes, Principia Philosophiæ, Pars Tertia, C. III: Quamvis enim in Ethicis sit pium dicere, omnia à Deo propter nos facta esse, ut nempe tantò magis ad agendas ei gratias impellamur . . . nequaquam tamen est verisimile, sic omnia propter nos facta esse, ut nullus alius sit eorum usus; essetque planè ridiculum & ineptum id in Physica consideratione supponere; quia non dubitamus, quin multa existant, vel olim extiterint, jamque esse desierint, quæ nunquam ab ullo homine visa sunt aut intellecta, nunquamque ullum usum ulli præbuerunt".

[41]) À la p. 279 de son livre Burnet dit du „stylus" de Moïse: „quandoque sese accommodans ad populi captum, quandoque ad occultiorem veritatem".

[42]) T. X. p. 455, où il est aussi question du Cardinal de Cuse.

En janvier 1695 (T. X, p. 703) Huygens écrit à propos du livre de Burnet: „Il semble par la preface de ce livre qu'il avoit dessein de faire quelque Traitè du mesme sujet que le mien". On lit en effet dans la „Præfatio ad Lectorem" des „Archæologiæ philosophicæ (sive doctrina antiqua de rerum originibus) libri duo" de 1692: „Animus mihi erat, post exactam *Telluris Theoriam*, cui jam ultimam manum adjecimus: *Mundi Aspectabilis Theoriam* conscribere . . . ut Operum Dei magnitudinem, ordinemque: & quibus reguntur legibus, illis pro virili exponerem . . . Quid inter Stellas, Lucidas & Opacas, Fixas & Errantes, intersit: Et quæ sit utriusque origo, & quatenus in singulis habitetur, secundum rationes probabiles . . . Jactant enim [Philosophastri] apud ignaros, explicari posse sine Numine, vel ut aiunt, mechanicé, totam rerum naturam. Quo nihil mendax magis, aut absurdius".

Voyez, à la p. 566 qui précède, une autre citation du même livre.

[43]) P. 689.

de fort petites particules infiniment dures[44]), il était donc aussi sincèrement persuadé qu'*au commencement* il doit y avoir eu, pour la terre p. e., une véritable *création*[45]) d'êtres vivants (qu'il faut appeler miraculeuse, si tout ce qui n'est pas dû aux dites collisions est qualifié miracle).

Dans le Cosmotheoros — voyez la fin du Livre II — Huygens s'abstient de conjectures sur la cosmogonie; il n'est donc pas étonnant qu'on n'y trouve pas le mot „progressus" de la p. 558 qui précède sur lequel nous avons attiré l'attention à la p. 535. On serait d'ailleurs sans doute bien téméraire en concluant de ce seul mot qu'il croyait fermement à une (ancienne) „évolution créatrice", pour employer l'expression qui constitue le titre de l'ouvrage bien connu de 1907 (fort souvent réimprimé) de H. L. Bergson.

Il est évident qu'il n'aurait pas écrit son traité s'il n'avait pas été d'avis — tout aussi bien que Cicéron p.e. — que la constitution du monde suggère l'existence d'une puissance intelligente. Cette puissance il la désigne tantôt par le mot Dieu tantôt par le mot Nature, ou aussi — comme Aristote qu'il ne mentionne point mais dont l'influ-

---

[44]) On a vu plus haut (p. 364, note 49) que suivant le poète Lucrèce ceci n'est pas vrai dans le cas du développement des „semina" (ni d'ailleurs pour la pesanteur). Pour compléter notre note de cette page nous ajoutons que Lucrèce admet le libre arbitre de l'homme: il est d'avis que la volonté humaine peut, pour ainsi dire, aller contre la nature des choses. De rerum natura Lib. II vs. 277 et suiv.:

Iamne vides igitur, quamquam vis extera multos
pellat et invitos cogat procedere sæpe
præcipitesque rapi, tamen esse in pectore nostro
quiddam quod contra pugnare obstareque possit?
cuius ad arbitrium quoque copia materiai
cogitur interdum flecti per membra per artus
et proiecta refrenatur retroque residit.

Comparez Oliver Lodge „Life and Matter" (2ième éd. London, Williams and Norgate, 1909) p. 44: „We *can* drift like other animals, and often do; but we can also obey our own volition".

Huygens, lui, parle autrement („Discours de la Cause de la Pesanteur", l. 16—18 de la p. 461 qui précède).

[45]) Voyez cependant ses remarques sur le verbe „creer" dans les lignes 17—21 de la p. 526 qui précède. Et consultez sur le mot „commencement" la note 10 de la p. 514.

ence ſur Cicéron eſt bien connue[46]) — par l'expreſſion Dieu et la Nature[47]). Ovide, au début des Métamorphoſes[48]), diſait en parlant de la création (non pas du néant mais du chaos) „deus et melior natura".

Outre ceux qui voudraient oppoſer à ce qu'on peut appeler le monde de Bruno l'autorité de certains textes de l'Écriture, Huygens combat auſſi ceux qui voudraient entraver le développement de l'aſtronomie en diſant que, puiſque rien de tel n'a été révélé, on fait preuve de trop de curioſité en ſ'adonnant à des recherches de ce genre: déjà dans l'Appendice II, ſans doute antérieur à la compoſition de ſon ouvrage, il nous apprend qu'à ſon avis „il ne faut pas craindre qu'en attrapant les raiſons on ceſſe d'admirer les choſes".

S'il eſt vray que la queſtion des planéticoles occupe la majeure partie du premier livre du „Coſmotheoros", il nous ſemble (cela reſſort d'ailleurs déjà de ce que nous avons obſervé juſqu'ici) que ce n'eſt pourtant pas uniquement pour apprendre à connaître les vues de Huygens ſur cette matière qu'il faut le lire; ce qui n'eſt pas moins intéreſſant, ce ſont ſes remarques ſur le monde terreſtre.

Avant de diſparaitre de la ſcène — comparez la note 9 de la p. 520 qui précède — il a apparemment voulu faire entendre que, ſ'il n'avait écrit que ſur un nombre reſtreint de ſujets, il ſ'était cependant intéreſſé, ne fût-ce que comme ſpectateur — et ceci n'eſt-il pas applicable à chacun de nous? — à beaucoup d'autres choſes. Voyez p.e. ſes énumérations de divers genres d'animaux et de plantes, ſes aperçus ſur le commerce et l'induſtrie, ſon éloge de l'anatomie, de la peinture contemporaine etc.

---

46) Cicéron connaissait les dialogues d'Aristote perdus depuis. Werner Jæger s'exprime comme suit („Aristoteles, Grundlegung einer Geschichte seiner Entwicklung", Berlin, Weidmann, 1923, p. 27): „Alle Akademiker haben Dialoge geschrieben, keiner so zahlreiche und bedeutende wie Aristoteles ... Aus den erhaltenen Trümmern seiner Gespräche, den Imitationen der Späteren, von denen besonders Cicero lebendig an ihn anknüpft, und den Berichten des Altertums schliessen wir, dass Aristoteles der Schöpfer einer neuen Art des literarischen Gesprächs war, des wissenschaftlichen Diskussionsdialogs".

Voyez encore sur Aristote et Cicéron la note 5 de la p. 768 qui suit.

47) Ὁ δὲ θεὸς καὶ ἡ φύσις οὐδὲν μάτην ποιοῦσιν. De Coelo I, 4.

48) Voyez sur l'oeuvre d'Ovide la note 44 de la p. 740 qui suit.

En parlant de la musique hypothétique des planéticoles, il s'écarte même délibérement de son sujet en intercalant deux paragraphes sur des questions musicales spéciales.

Sur plusieurs points nous le voyons combattre Descartes. D'abord dans la question des tourbillons sur laquelle nous nous sommes suffisamment étendu dans quelques Avertissements précédents; ensuite dans celle de l'existence ou non-existence de la conscience et du sentiment chez les animaux, étroitement liée, nous l'avons dit, au problème du libre arbitre; dans la „théorie de l'origine des comètes, et aussi de celle des planètes, et du monde" (p. 820); dans le fait que Descartes dans son „Monde" ne dit pas que la création d'organismes suppose une „singuliere action" de Dieu; enfin (p. 753) dans la question de savoir pourquoi dans la musique la succession de deux octaves ou de deux quintes est fautive. Huygens a cru devoir omettre ici son opinion que l'existence de Dieu ne peut être prouvée, comme le veut Descartes, par des raisonnements sur le fini et l'infini[49]), mais il fait clairement entendre que pour lui-même — comme pour Leeuwenhoek et Swammerdam — le grand argument en faveur de l'existence de Dieu, c'est le livre de la nature.

Notons que pour Huygens il n'existe apparemment pas — comme pour Luther et Calvin — un puissant antagoniste de Dieu, un prince du mal. Il entreprend (p. 715) la justification du mal comme une chose nécessaire au progrès. C'est une théodicée, peut-on dire, quoique plus brève que celle de Leibniz. Ceci le conduit aussi, tout en se montrant pacifiste en d'autres endroits[50]), à vanter l'utilité des guerres et calamités, ainsi que celle de beaucoup d'autres malheurs, puisque seule la nécessité la plus stringente a pu conduire à l'invention de bien des choses utiles. Il n'y a chez lui aucune trace de la sentimentalité qui ne veut pas voir la lutte universelle pour l'existence et les progrès qui résultent précisément de cette lutte. D'autre part il vante la vie pacifique en société et tous les avantages et plaisirs qui en découlent parmi lesquels, pour lui, l'application aux sciences contemplatives est un des principaux. À la p. 729 nous le voyons aussi mentionner fort brièvement l'inégalité des races: on peut — comme

[49]) Voyez le § 8 de la p. 526 qui précède.

[50]) P. 806 qui suit: Puissent nos Rois et Monarques apprendre cela [savoir: la petitesse de notre terre] et en tenir compte, afin qu'ils sachent de combien peu d'importance est ce qu'ils se proposent lorsqu'ils s'évertuent de toutes leurs forces, au grand mal de beaucoup d'hommes, à s'emparer de quelque coin de la terre.

pour différents genres d'animaux — dire „non abſurde" de ceux qui chez nous ont la „figuram hominum" qu'ils ſont „diſpari rationis vi". Là où il ſe montre adverſaire de la guerre, Huygens parle apparemment ſurtout de guerres dues — ou ſuppoſées dues — uniquement à l'irraiſonnable ambition, au caprice peut-on dire, de ſouverains déſireux d'étendre leurs empires[50]).

Notons auſſi que Huygens tient apparemment compte de notre goût pour les aventures, de l'ennui qui réſulterait d'une proſpérité permanente, puiſqu'il dit[51]) que, ſi peut-être ſur une autre planète — ce qui lui paraît d'ailleurs invraiſemblable — le mal, dont il a montré l'utilité pour l'avancement des arts, n'était pas mêlé au bien, ſeul exiſtant: „et même ſ'il n'y en avait point [c.à.d. point d'utilité], nous n'aurions cependant pas de cauſe pour préférer leur condition à la nôtre"[52]).

Dans la partie purement aſtronomique de ſon ouvrage, Huygens exprime d'une part ſon admiration pour Kepler — et Newton — appelant p.e. Kepler le grand inſtaurateur de l'aſtronomie[53]); mais ni le *myſterium coſmographicum* „ſonge né de la philoſophie de Pythagore et de Platon"[53]) ni d'autres rêves ou hypothèſes de Kepler ne trouvent grâce à ſes yeux: comparez les p. 350 (§ 5) et 361 (§ 34) qui précèdent, ainſi que le § 13 de la p. 188.

Dans le § 27 des „Penſees meſlees" Huygens rappelait que dans le „Syſtema Saturnium" de 1659 il avait pris „la diſtance du ſoleil de mille diametres [terreſtres] plus grande qu'aucun ne l'euſt poſée." Voyez auſſi ſur ce ſujet la p. 308 qui précède, où nous avons obſervé que ſa valeur de cette diſtance (12543 diamètres terreſtres) laquelle correſpond à une parallaxe horizontale du ſoleil de 8″, 2, eſt à peu près exacte quoique baſée ſur une hypothèſe hardie. Huygens comprenait fort bien qu'une confirmation par la meſure de la parallaxe ſoit du ſoleil ſoit d'une planète était déſirable. Ce ne fut que plus de dix ans après 1659 que Caſſini (voyez le § 27 nommé, ainſi que le § 44 de la p. 365) parvint à meſurer celle de Mars. Par conſéquent (comparez la

---

[51]) Voyez le texte latin à la p. 747 qui ſuit.
[52]) Comparez le § 15 de la p. 520 qui précède.
[53]) P. 812 et 810.

note 5 de la p. 46 qui précède) Huygens adopta en ce temps (note 4 de la p. 410) la valeur 10″ 18‴ pour la parallaxe du soleil. Peu de temps après Flamsteed (voyez la p. 331 qui précède et l'Appendice VIII qui suit) trouva, d'après ses mesures à lui de la parallaxe de Mars, que celle du soleil ne peut être supérieure à 10″, d'où résulte que la distance du soleil ne peut être inférieure à 10250 diamètres terrestres. C'est pourquoi Huygens écrit à la p. 693 du Lib. I du Cosmotheoros „decem vel duodecim millia Terræ diametrorum". Dans le Lib. II (p. 783) il écrit „decem vel undecim ..." d'après Cassini et Flamsteed, rappelant en même temps avoir trouvé lui-même „duodecim mille ... probabili conjectura". Comparez le § 5 de la p. 411 qui précède. Il ne pouvait savoir qu'après tout sa parallaxe à lui, donc aussi la distance correspondante, était la meilleure des trois. Toutefois à la p. 805 qui suit il écrit simplement „duodecim millia".

En 1691 [54]) il écrivait „qu'il s'en faut beaucoup que ces conclusions [celles de Cassini et Picard] pour les distances de Mars ne soient aussi certaines ni si determinées que celles qui mettent la Lune à 30 diametres de la Terre".

Tycho Brahé avait cru que la parallaxe du soleil est d'environ 3′ [55]). Kepler, après lui, écrivait [55]): „Non est Sol vicinior 230 semidiametris terræ ... At inter 700 et 2000 semidiametros ... nondum videtur certus aliquis numerus demonstratus", comme le rappelle Riccioli dans le Cap. VII („De Solis à Terra Distantia") du Lib. III de son „Almagestum novum" de 1651. Malgré Huygens, Cassini et Flamsteed, Newton en 1687 — voyez le § 2 de la p. 409 qui précède — écrit 20″ pour la parallaxe du soleil [56]), d'où résulte (l. 9 d'en bas de la p. 477) une distance du soleil de 5000 diamètres terrestres seulement. Il est évident que Huygens n'a pu tenir aucun compte de cette valeur. Plus tard Newton prendra 10″ avec Flamsteed [57]).

Dans le Cosmotheoros, comme dans la Descriptio automati planetarii, Huygens donne aux diamètres apparents des planètes les valeurs qu'il avait déterminées dans

---

54) T. X, p. 180.

55) Kepler, Cap. XI („De parallaxibus stellæ Martis") de la Pars Secunda de son „Astronomia nova" de 1609.

56) Prop. VII, Theor. VIII du Lib. III des „Philosophiæ naturalis principia mathematica" de 1687.

57) P. 17 de son „De mundi systemate" de 1728. D'ailleurs dans la deuxième édition, de 1715, des „Principia" l'erreur avait déjà disparu. Newton y prenait à bon droit le diamètre de la terre deux fois plus petit par rapport à celui du soleil que dans la première édition et disait: „parallaxis Solis ex observationibus novissimis quasi 10″."

ſa jeuneſſe et publiées dans le Syſtema Saturnium. Seule la planète Mercure n'avait pas été meſurée. Nous avons dit plus haut[58]) — et auparavant dans le T. XV — que ces valeurs, et celles qui en réſultent pour les dimenſions des planètes comparées à celle du ſoleil, ſont loin d'être exactes. Nous ne pouvons donc nous déclarer d'accord avec lui là où il avance[59]) — nous avons déjà cité cette aſſertion à la p. 19 qui précède — que les „lamellæ" employées par lui ne ſont pas moins bonnes pour ces meſures que les micromètres ultérieurement conſtruits. Dans ſon „De mundi ſyſtemate" de 1728 Newton dit à bon droit[60]) „quod Hugenius latitudine obſtaculi quod lucem omnem interciperet, majores exhibuit Planetarum diametros quam ab aliis Micrometro definitum eſt: nam lux erratica tecto Planetâ latius cernitur, radiis fortioribus non amplius obſcurata."

Les rapports des diamètres des planètes (autres que la terre) à celui du ſoleil ſont d'après le Coſmotheoros pour

Mercure	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne	Anneau de Saturne
1 : 290	1 : 84	1 : 166	1 : 5,5	1 : 7,6	1 : 3,4

tandis que les vraies valeurs ſont

1 : 295	1 : 112	1 : 202	1 : 9,8	1 : 11,6	1 : 5,4

Comparez ſur Saturne les deux premiers alinéas de la p. 32 qui précède.

Seul, le diamètre de Mercure eſt à fort peu près correct. Voyez ſur lui les p. 622 et 624 qui précèdent ainſi que l'Appendice XI qui ſuit. Le rapport 1 : 290 a été calculé par Huygens d'après une obſervation d'Hevelius qui avait trouvé pour la planète conſidérée une grandeur apparente de 11″48‴ à une diſtance de 55699 diamètres terreſtres, 10100$\bar{7}$ diamètres terreſtres étant la diſtance de la terre au ſoleil. Hevelius lui-même ſ'était trompé dans ſon calcul.

Les diſtances des ſatellites de Jupiter et de Saturne à ces planètes, et leurs périodes (p. 781) ont été empruntées par Huygens à Caſſini comme il le dit et comme le fait voir auſſi l'Appendice X. Il nous ſemble inutile d'énumérer ici les ſatellites (ou les planètes primaires) découverts plus tard. A propos de Mars, Huygens écrit ſimple-

58) P. 199.
59) P. 697.
60) P. 20.

ment que cette planète n'a pas de lunes; mais dans le cas de Saturne il prévoit qu'on en trouvera encore d'autres[61]).

Nous avons dit, à la p. 178 du T. XX, qu'on ne trouve rien fur la queftion des marées ni dans le Difcours de la Caufe de la Pefanteur ni dans le Cofmotheoros. Ceci eft vrai pour le Difcours; et auffi, fi l'on veut, pour le Cofmotheoros, puifque Huygens n'exprime aucune opinion perfonnelle fur leur caufe. Il fe borne à dire, tant à la p. 795 que dans l'Appendice V, qu'il eft difficile d'admettre que la lune fervirait uniquement, ou prefqu'uniquement, à „ciere" le flux et reflux de la mer. Comparez ce que nous avons dit à la p. 495 qui précède fur l'impoffibilité, pour lui, d'approuver expreffis verbis le calcul de Newton fur le mouvement périodique de l'axe de la terre qui donne lieu à la préceffion des équinoxes. Toutefois, comme Newton n'avait pas affirmé que les forces inverfement proportionelles aux carrés des diftances ne peuvent être expliquées mécaniquement, Huygens f'abftient dans le Cofmotheoros de toute critique de la penfée de fon illuftre rival, tandis que dans le Difcours il avait encore cru devoir mentionner qu'il voyait une difficulté dans l'hypothèfe générale de forces de ce genre exercées par toutes les particules matérielles les unes fur les autres. Il nous paraît cependant bien certain qu'en 1694 et 1695 auffi il n'accepte pas cette hypothèfe.

En difant (p. 819) que ce qui retient les planètes dans leurs orbites c'eft la „gravitas eorum Solem verfus", il eût pu ajouter — comme il l'avait fait dans le Difcours — qu'il tenait cette idée de Newton, lequel il mentionne d'ailleurs un peu plus loin après avoir rappelé que tant Plutarque que Borelli — il eût auffi pu nommer Hooke — avaient été de cet avis[62]).

Ce qu'il y a de nouveau dans le Cofmotheoros, c'eft la détermination (p. 35) de la diftance des étoiles les plus proches dont, il eft vrai, il avait déjà été queftion dans les „Penfees meflees" de 1686 (§§ 15, 30, 47 et 56).

---

[61]) On a vu plus haut (§ 39 des „Pensees meslees") qu'il jugeait également possible la découverte de nouvelles planètes primaires.

[62]) Mais sans dire que les forces centripètes qui poussent les planètes vers le soleil sont en raison inverse des carrés de leurs distances à lui.

Suppofant Sirius égale à notre foleil Huygens arrive à la conclufion, par le procédé plus amplement décrit dans l'Appendice IX de 1694, que Sirius eft 27664 fois plus diftante que le foleil. Or, nous favons maintenant que la clarté abfolue de Sirius furpaffe environ 30 fois celle de notre foleil, et que fa diftance eft de plus de $8\frac{1}{2}$ années-lumière. Si elle fe trouvait à la dite diftance 27664, c.à.d. à 0,46 année-lumière, elle ferait plus de 18 fois plus proche de nous qu'elle ne l'eft en réalité. Mais fi elle était égale au foleil, elle devrait être feulement environ $\sqrt{30}$, c.à.d. 5,5 fois plus proche de nous. Le réfultat de Huygens eft donc loin d'être exact.

Au § 15 des „Penfees meflees" Huygens avait obtenu un meilleur réfultat par la comparaifon du foleil avec la lune, et de la lune avec Sirius (ou avec Jupiter, fuppofée également brillante). Il trouvait que le foleil nous éclaire 20736.10^6 fois plus fortement que Sirius, ce qui donne $10^3\sqrt{20736}$ ou 144000 pour le rapport de la diftance de la terre à Sirius à la diftance de la terre au foleil. Ceci correfpond à 2,28 années-lumière pour la diftance de Sirius, de forte que celle-ci, fuppofée égale au foleil, ferait 3,9 fois plus proche de nous qu'elle ne l'eft en réalité. Le nombre 3,9 eft beaucoup plus proche de 5,5 que le nombre 18 de l'alinéa précédent.

Au § 47 des „Penfees meflees" Huygens prenait 100000, au lieu de 144000, pour le rapport de la diftance „des fixes egales au foleil . . . les plus proches" à notre diftance du foleil, ce qui correfpond à 1,58 années-lumière pour la diftance des dites étoiles fixes; Sirius (car pour Huygens elle eft fans doute une des „plus proches"), fuppofée égale au foleil, ferait donc 5,6 fois plus près de nous qu'elle ne l'eft en effet. On voit que, par hafard, cette évaluation-là était de beaucoup la plus exacte des trois.

D'ailleurs Huygens ne fe propofe évidemment que de calculer *l'ordre de grandeur* de la diftance qui nous fépare des étoiles fixes les plus proches; en quoi l'on peut dire que, pour un premier effai, il n'a pas trop mal réuffi.

Voyez auffi l'Appendice VII qui fuit, lequel contient une autre évaluation groffière de la diftance à laquelle notre foleil devrait fe trouver pour paraître au firmament auffi brillant que Jupiter ou une étoile de première grandeur. Huygens a fans doute raifonné comme fuit. Soit r la diftance de Jupiter au foleil et ρ le rayon du difque de Jupiter fur la fphère à rayon r entourant le foleil. Jupiter reçoit donc une fraction $\frac{4\pi r^2}{\pi\rho^2}$ ou $\frac{\rho^2}{4r^2}$ de fa lumière. On peut fuppofer que l'hémifphère de la planète tourné vers nous la reflète toute. L'émiffion totale ferait le double de cette quantité fi l'autre hémifphère rayonnait de même. Or, en admettant qu'une étoile de première grandeur

paraît auſſi brillante que Jupiter, et que la lumière totale émiſe par elle eſt égale à celle du ſoleil, elle nous enverra donc non pas $\frac{4r^2}{p^2}$ mais $\frac{2r^2}{p^2}$ fois autant de lumière que Jupiter; ce qui ſera le cas lorſqu'elle eſt $\frac{r}{p}\sqrt{2}$ fois plus diſtante. Huygens calcule $\frac{\pi r}{2p}$ (le diamètre apparent de Jupiter étant, peut-on dire, le même vu de la terre que vu du ſoleil). Il trouve pour cette fraction la valeur 10800. Approximativement la fraction $\frac{r}{p}\sqrt{2}$ aura donc auſſi cette même valeur. Plus préciſément: l'étoile de première grandeur pourra être cenſée ſe trouver à une diſtance 10000[63]) fois plus grande que celle qui nous ſépare de Jupiter. On aura remarqué que ce raiſonnement n'exige aucune obſervation autre que celle du diamètre apparent de Jupiter.

Ce ne fut qu'en 1728 que Newton donna dans le „De mundi ſyſtemate" une évaluation du même genre. Suppoſant que Saturne réflète un quart de la lumière ſolaire qui tombe ſur lui, il trouva „diſtantiam quâ ſol luceret ut Fixa majorem eſſe quàm diſtantia Saturni quaſi vicibus 100000".

Conſidérant la ſtructure du monde des étoiles, Huygens doit ſe borner à émettre l'hypothèſe que les plus proches et celles qui leur ſuccèdent ont toutes des diſtances du même ordre de grandeur les unes des autres: „ut non minora ſint [ſpatia] deinceps a propioribus ad ſequentes, quàm a ſole ad iſtas." Aujourd'hui, nul ne l'ignore, nous ſommes énormément plus avancés.

Dans l'Appendice XII de 1695 Huygens traite d'un paſſage fictif de Vénus ſur le diſque du ſoleil. Halley, qui avait obſervé le paſſage de Mercure en 1677[64]), et qui eſt mentionné par Huygens tant dans l'Appendice X que dans l'Appendice XI, avait en 1691 exhorté les aſtronomes futurs à obſerver le paſſage de Vénus de 1769, pou-

[63]) Puiſque $\frac{2}{\pi}\sqrt{2}$. 10800=9700.

[64]) Voyez la note 7 de la p. 326 qui précède.

vant conduire à une mesure exacte de la parallaxe de cette planète et du soleil[65]. Huygens tâche d'évaluer la grandeur de l'erreur résultant du fait qu'on ne peut déterminer avec une exactitude absolue les moments d'entrée et de sortie. Dans la Pièce de 1691, dont Huygens citait auparavant une partie[66], Wurzelbaur avait — comme Halley dans l'article de 1691[67] le fit après lui — en parlant de son observation de la transition de Mercure de 1690, attiré l'attention sur cette difficulté[68].

Dans notre note de la p. 582 du T. X nous avons mentionné diverses éditions et traductions du Cosmotheoros: à savoir la réimpression (Francfort et Leipzig) de 1704, la traduction néerlandaise de 1699, rééditée en 1717 (l'une et l'autre Rotterdam); la traduction française de 1702 (Paris); les deux anglaises de 1718 (Londres) et 1757 (Glascow); l'allemande de 1767 (Zürich).

Nous devons ajouter que la traduction anglaise de 1718 avait paru pour la première fois, sous le même titre („The Celestial Worlds discovered" etc.) en 1698, donc presque simultanément avec l'édition latine originale; et qu'une réimpression de cette dernière parut à la Haye déjà en 1699 („editio altera") également chez A. Moetjens. A la p. 572 qui précède nous avons mentionné la traduction allemande de 1703 de Wurzelbaur, réimprimée en 1743.

Nous connaissons en outre une traduction française qui parut en 1718 à Amsterdam sous le titre „Nouveau traité de la pluralité des mondes, où l'on prouve par des raisons philosophiques que toutes les planètes sont habitées & cultivées comme notre Terre. Ouvrage composé par feu Monsr. Hughens, ci-devant de l'Academie Royale des Sciences. Traduit du Latin en François par M. D. [d'après une note au crayon dans l'exemplaire de la bibliothèque de l'Université de Leiden le nom semble être Dufour]. A Amsterdam, aux depens d'Etienne Roger, libraire chez qui l'on trouve

65) Comparez la note 4 de la p. 308 qui précède.

66) P. 572 qui précède.

67) „De visibili conjunctione inferiorum planetarum cum sole, dissertatio astronomica". Philos. Trans. No. 193.

68) „Discus enim Solis ceu trans undam limpidissimam apparuit, ideoque limbum & ipsi approperans Mercurii corpus ob undulationem terminis præcisis cernere non licuit: tandem cum limbi mutuo contactu se stringerent, in confinio lucis solaris exiens Mercurii corpus opacum rotunditatem suam, quam antea sub figura oblonga ostenderat, recuperavit, etc."

un assortiment général de musique. MDCCXVIII". Cette dernière traduction parut de nouveau en 1724 sous le titre „De la pluralité des mondes[69]), ouvrage dans le gout de celui de Mr. de Fontenelle sur le même sujet, mais où l'on établit, par des raisons philosophiques, & par des conjectures tout-à-fait vraisemblables, ce qu'il n'a proposé que comme un simple jeu d'esprit: traduit du latin de feu Mr. Chretien Huygens, de l'Académie Royale des Sciences, à la Haye, chez Jean Neaulme, MDCCXXIV". — Dans notre traduction du présent Tome nous n'avons tenu aucun compte des traductions françaises antérieures.

---

[69]) Comparez le titre de l'ouvrage populaire de 1862, souvent réédité, de Camille Flammarion (Paris): „La pluralité des mondes habités". Inutile de dire que tant de Fontenelle que Huygens y sont mentionnés.

CHRISTIANI HUGENII ΚΟΣΜΟΘΕΩΡΟΣ,

SIVE

De Terris Cœlestibus, earumque ornatu,

CONJECTURÆ.

AD

CONSTANTINUM HUGENIUM,

Fratrem:

GULIELMO III. MAGNÆ BRITANNIÆ REGI,
A SECRETIS.





HAGÆ-COMITUM,
Apud ADRIANUM MOETJENS, Bibliopolam.

M. DC. XCVIII.

Horat. Epiſt. 6. lib. I.

Hunc ſolem, & ſtellas, & decedentia certis
Tempora momentis, ſunt qui formidine nulla
Imbuti ſpectent: quid cenſes munera terræ
Quid maris extremos Arabas ditantis & Indos?
Ludicra quid, plauſus, & amici dona Quiritis,
Quo ſpectanda modo, quo ſenſu credis & ore?

LE COSMOTHEOROS

OU

CONJECTURES SUR LES TERRES CÉLESTES ET LEUR ÉQUIPEMENT

PAR

CHRISTIAN HUYGENS,

OUVRAGE DÉDIÉ À SON FRÈRE CONSTANTYN HUYGENS, SECRÉTAIRE DE GUILLAUME III, ROI DE LA GRANDE-BRETAGNE.

LIVRE I.

Il n'eſt guère poſſible, mon cher frère, qu'un adepte de Copernic, conſidérant la Terre que nous habitons comme une des Planètes en mouvement autour du Soleil et recevant de lui toute leur lumière, ne ſe figure parfois qu'il n'eſt pas déraiſonnable d'admettre que, de même que notre Globe, les autres auſſi ne ſoient pas dépourvus de culture et de parure, ni peut-être d'habitants. Surtout lorſqu'il a auſſi égard à ce qui a été découvert au firmament après les jours de Copernic, ſavoir les Satellites de Jupiter et de Saturne, les montagnes et plaines de la Lune et beaucoup d'autres choſes qui confirment grandement non ſeulement la vérité du ſyſtème inventé par lui, mais auſſi la reſſemblance et la parenté de la Terre et des corps planétaires. Il me ſouvient, pour en donner un exemple, des nombreux entretiens que nous avons eus ſur ce ſujet, vous et moi, lorſque nous contemplions enſemble le ciel avec nos grandes lunettes, ce qui maintenant n'a plus pu avoir lieu durant pluſieurs années à cauſe de vos occupations et de votre abſence preſque continuelle. Nous étions toutefois perſuadés de ne pouvoir pas même eſpérer que jamais il ſerait poſſible de ſavoir quelles ſont les oeuvres de la nature en ces contrées et qu'il eſt donc vain de ſe poſer cette queſtion. Je n'ai en effet pu trouver aucun Philoſophe ancien ou moderne qui ait tenté d'y répondre. Il eſt vrai que dès l'origine de l'Aſtronomie, auſſitôt qu'on eut compris que la forme de la Terre eſt Sphérique et que l'éther l'entoure de toutes parts, il s'eſt vu des gens oſant dire qu'il y a d'autres mondes dans les étoiles, d'innombrables mon-



CHRISTIANI HUGENII

COSMOTHEOROS,

SIVE

DE TERRIS CŒLESTIBUS, EARUMQUE ORNATU, CONJECTURÆ.

AD

CONSTANTINUM HUGENIUM,

FRATREM.

LIBER I.



FIERI vix poteſt, Frater optime, ſi quis cum Copernico ſentiat, Terramque, quam incolimus, è Planetarum numero unum eſſe exiſtimet, qui circa ſolem circumferantur, ab eoque lucem omnem accipiant; quin interdum cogitet haud a ratione alienum eſſe ut, quemadmodum noſter hic Globus, ita cæteri quoque (p. 4). iſti, cultu ornatuque, ac fortaſſe habitatoribus non vacent. Præſertim ſi ad ea quoque reſpiciat quæ poſt Copernici tempora in cœlo deprehenſa ſunt; Comites nempe ſtellarum Jovis & Saturni, Lunæ montes campoſque, & alia multa; quibus non ſolum veritas inventi ab illo ſyſtematis, ſed & ſimilitudo ac cognatio, Terram inter & Planetarum corpora, magnopere confirmatur. Itaque & nobis, cum prælongis Teleſcopiis ſidera unà ſpecularemur; quod jam per multos annos, propter occupationes tuas & continuam fere abſentiam, non licuit; ſæpius ea de re ſermones habitos memini. Qualia vero eſſent, quæ in iſtis regionibus extarent Naturæ opera, id ne ſperandum quidem eſſe ut unquam ſciri poſſit, fruſtraque proinde quæri, certo credebamus. Neque vero aut a priſcis Philoſophis, aut a recentioribus quidquam ejuſmodi tentatum fuiſſe comperi. Nam inter illos quidem, jam ab

des même [1]). Quant aux auteurs poſtérieurs tels que le Cardinal de Cuſe, Bruno et Kepler, dont le dernier écrit que tel était auſſi le ſentiment de Tycho Brahé, ils ont ſans doute attribué des habitants aux différentes Planètes, le Cardinal de Cuſe et Bruno même au Soleil et aux étoiles fixes [2]). Mais ni les uns ni les autres n'ont apparemment fait une ſérieuſe recherche ſur ces habitants, et la même remarque s'applique à l'auteur Français qui a récemment publié un ingénieux dialogue ſur la pluralité des Mondes [3]). Quelques-uns d'entr'eux ont ſeulement inventé, par plaiſanterie, certaines fables ſur les peuples de la Lune, leſquelles ne ſont pas beaucoup plus vraiſemblables que celles de Lucien que vous connaiſſez [4]). Je compte parmi celleſ-ci les fantaiſies de Kepler dont il a bien voulu nous amuſer dans ſon rêve Aſtronomique [5]). Mais pour moi qui ne me juge nullement doué d'une perſpicacité ſupérieure à celle de tant d'hommes éminents, mais ſeulement privilégié en tant que né après eux — à une exception près [6]) —, il me parut, lorſque j'eus commencé il y a quelque temps à méditer ſur ces ſujets avec plus de diligence, que les routes conduiſant à la connaiſſance de choſes ſi éloignées ne ſont pas abſolument barrées, qu'il y a là au contraire une abondante matière à de vraiſemblables conjectures. Je me propoſai enſuite de réduire en bon ordre les dites conjectures ſur ces ſujets notées dans mes journaux comme elles s'étaient préſentées ſpontanément, et de vous les expoſer en y ajoutant quelques chapitres ſur le Soleil, les Étoiles fixes et les dimenſions du monde dont notre Syſtème entier eſt une fort petite particule. Conſidérant votre zèle à prendre connaiſſance de tout ce qui regarde les corps céleſtes, je penſe que vous lirez volontiers le traité que j'en ai fait. Ce que je puis affirmer ſans réſerve, c'eſt que ſa compoſition fut un plaiſir pour moi; mais ici, comme dans beaucoup d'autres occaſions, j'ai fait l'expérience, et cette

[1]) Ceci s'applique sans doute à Democrite (voyez la p. 351 qui précède) au sujet duquel il faut cependant observer — comme nous l'avons fait aussi à la p. 179 du T. XX — qu'il ne croyait pas à la sphéricité de la terre.

[2]) Voyez sur le Cardinal de Cuse la note 68 de la p. 369 qui précède. Dans le „Dialogo quinto" du traité de Giordano Bruno „De l'infinito universo e mondi" nous lisons à propos des étoiles: „Or questi sono li mondi abitati e colti tutti da gli animali suoi, oltre ch'esse son li principalissimi e più divini animali de l'universo".

Dans une lettre du 30 novembre 1607 à Brengger (I. p. 304 dans la traduction de M. Caspar et W. von Dyck „Joh. Kepler in seinen Briefen") Kepler écrit: „Nach meiner Ansicht findet sich auf den Sternen [c. à. d. les planètes, comparez la note 22 de la p. 584 qui précède] auch Feuchtigkeit, sowie Gegenden, die von den Ausdünstungen der Feuchtigkeit berieselt werden, daher auch lebendige Geschöpfe, denen diese Zustände zum Nutzen gereichen. Auch hat nicht nur der unglückliche Bruno, der in Rom auf glühenden Kohlen geröstet wurde, sondern auch der verehrte Brahe die Ansicht gehegt, dass es auf den Sternen Bewohner gibt. Ich folge dieser Ansicht umso lieber, da ich ja mit Aristarch behaupte, dass die Erde mit den Planeten auch die Bewegung gemeinsam hat".

[3]) De Fontenelle; voyez la note 10 de la p. 343 qui précède.

ipso Astronomiæ exortu, cum primum Sphæricam esse Terræ formam intellectum est, eamque undique æthere cingi, fuere qui auderent alios esse in sideribus mundos, imo
innumerabiles dicere [1]). Posteriores vero, ut Cardinalis Cusanus, Brunus, Keplerus, p. 5.
qui & Tychonem Braheum idem sentisse scribit, Planetis quidem incolas suos tribuerunt; Cusanus & Brunus etiam Soli, & stellis inerrantibus[2]): nihil tamen ulterius aut hi aut illi quæsivisse inveniuntur; neque etiam nuperus auctor Gallicus dialogi ingeniosi de Mundorum multitudine[3]). Tantum fabulas quasdam de Lunæ populis nonnulli contexuerunt, animi causâ, Lucianicis, quas nostri, haud multo verisimiliores[4]). Nam & Keplerianas his annumero, quibus ille in somnio Astronomico ludere voluit[5]). Mihi vero, qui tot viris egregiis nequaquam me perspicaciorem esse existimo, sed eo feliciorem, quòd post illos tantùm non omnes[6]), natus sim; cum ab aliquo tempore diligentius ista meditari cœpissem, visum est non prorsus obseptas esse, de rebus tam procul dissitis, inquirendi vias, sed verisimilibus conjecturis abunde materiam præberi. Quas conjecturas meas, prout sese subinde obtulerunt, in adversariis annotatas, nunc in ordinem redigere, tibique exponere volui; atque aliquid etiam adjicere de Sole, stellisque inerrantibus, & mundi magnitudine, cujus particula quædam minima est
totius Systematis nostri complexus.|Et hæc quidem, pro solito tuo res superas co- p. 6.
gnoscendi studio, libenter te lecturum arbitror. Mihi certe scribere ea jucundum fuit;

[4]) Voyez sur Lucien la fin de la note suivante.

[5]) „Joh. Keppleri Mathematici olim Imperatorii Somnium, seu Opus posthumum de astronomia lunari, divulgatum a M. Ludovico Kepplero filio, med. cand." (impr. partim Sagani Silesiorum, absolutum Francofurti, etc. 1634). Comme dans le Rêve lui-même, Kepler parle des habitants de la lune dans son „Appendix Geographica, seu mavis, Selenographica", ainsi que dans les „Notæ". Dans l'„Appendix", après avoir parlé des „oppida lunaria" et de la manière dont les habitants construisent les grands „valla" ronds que le télescope nous permet de voir, il finit par dire „Sed hæc ludicra sunt". Mais dans les „Notæ", qui paraissent sérieuses, il dit p.e. p. 89: „Ex præmissa concludendum videtur, in Luna creaturas esse viventes, rationis ad ordinata ista facienda capaces". À la p. 30 du „Somnium" Kepler fait mention du passage de Lucien où celui-ci „ultra columnas Herculis . . . rapitur ventorum turbinibus cum ipsa navi sublimis & Lunæ invehitur". Il est question du dialogue de Lucien intitulé „Icaromenippus (Ἰκαρομένιππος ἢ ὑπερνέφελος)".

[6]) De Fontenelle, né en 1657, était plus jeune que Huygens.

fois fort littéralement, de la vérité de la fentence fuivante d'Archytas: *Si quelqu'un était monté au ciel et qu'il avait appris à connaître de vue la nature du monde et la beauté des aftres, fon émerveillement (qui finon ferait fort délectable) lui ferait peu de plaifir s'il n'y avait perfonne à qui il pourrait tout raconter* [7]). Je voudrais bien, pour ma part, être en état de communiquer mes penfées non pas à tout-le-monde, mais pouvoir choifir, outre vous, les lecteurs qui me conviendraient, favoir ceux qui ne font étrangers ni à la fcience Aftronomique ni à la Philofophie raifonnable: de cette façon je pourrais être fort affuré que mes lecteurs approuveraient mes efforts, que malgré leur nouveauté toute défenfe ferait fuperflue. Mais comme je prévois que ces pages tomberont auffi dans les mains de gens moins inftruits et que d'un autre côté elles fubiront peut-être des jugements affez févères, j'eftime qu'il ne fera pas mauvais de tâcher ici déjà d'écarter les objections des uns et des autres.

Réponfe aux objections poffibles de gens peu inftruits.

Il y aura d'abord des gens, n'ayant fait aucune étude de la Géométrie ou des Mathématiques, qui jugeront notre entreprife vaine et ridicule. Il est incroyable à leur avis que nous ferions en état de mefurer les diftances ou les grandeurs des Aftres. D'autre part ils eftiment qu'on attribue à tort du mouvement à la Terre ou du moins que l'exiftence de ce mouvement n'a pas encore été démontrée. Il ne faut donc pas s'étonner s'ils confidèrent comme des fonges et des enfantillages tout ce qui eft bâti fur de pareils fondements. Que leur dirons-nous, finon qu'ils feraient d'un autre avis s'ils s'étaient appliqués à ces fciences ainfi qu'à la contemplation de la nature. Nous favons fort bien qu'en grande majorité ils n'ont pas eu l'occafion de faire ces études, foit parce qu'ils y étaient peu aptes foit qu'ils n'en avaient pas les moyens, foit enfin qu'ils étaient appelés à s'occuper d'autres affaires, les leurs ou celles de l'état. Nous ne les blâmons donc en aucune façon; mais s'ils croiront devoir défapprouver notre application à ces chofes, nous faifons appel à des juges plus éclairés.

Que nos conjectures ne font pas incompatibles avec l'Ecriture Sainte.

Il y aura d'autres gens dont les difcours tendront à prouver, lorfqu'ils nous verront differter fur des Terres et des animaux même raifonnables, que ce que nous tâchons de rendre vraifemblable eft contraire à l'Ecriture Sainte, attendu qu'il n'y eft aucunement queftion de la création ou de l'exiftence de ces animaux-là, mais qu'on y trouve plutôt ce qui ferait conclure à leur non-exiftence. Ils diront que l'Ecriture ne fait mention que de cette Terre-ci avec fes animaux et fes plantes, et l'homme qui en eft le feigneur [8]). Je leur réponds, ce que d'autres ont fait avant moi, qu'il eft bien

[7]) C'est Cicéron qui attribue cette sentence à Archytas dans son „Lælius de Amicitia Liber". § 88.

[8]) C'est ainsi que Schott, dans son Scholium VII de la p. 94 de l'édition de l'ouvrage de Kircher mentionnée dans la note 1 de la p. 764 qui suit, intitulé „An sint homines, animalia, plantæ, in Luna, aut in aliis planetis, & astris", avait écrit: „Contraria Sententia, negans Lunæ & aliorum astrorum incolas, communis est, & omnino tenenda, utpote Scripturæ Sacræ magis consona".

utque ſæpe aliàs, ita nunc, velut in re ipſa, verum eſſe expertus ſum illud Archytæ; *Si quis in cœlum aſcendiſſet, naturamque mundi & pulchritudinem ſiderum perſpexiſſet, inſuavem illam admirationem ei futuram, (quæ alioqui jucundiſſima fuiſſet) niſi aliquem cui narraret habuiſſet*[7]). Utinam vero hæc noſtra narrare non omnibus poſſem, ſed præter te lectores arbitratu meo deligere liceret, qui nec Aſtronomicæ ſcientiæ, nec Philoſophiæ melioris rudes eſſent; quibus facile conatus hoſce probatum iri, nec, propter novitatem, defenſione opus habituros conſiderem. Quia vero & in imperitiorum manus venturos provideo, & fortaſſe quorundam ſeveriora judicia ſubituros, puto non abs re fore ut utrorumque reprehenſiones jam hinc repellere coner.

Atque erunt quidem, qui cum Geometriam aut Mathematicas nunquam attigerint, omnino vanum ac ridiculum hoc inceptum noſtrum cenſebunt. Incredibile enim iis videtur, ut Siderum diſtantias, aut quæ ſit magnitudo eorum, metiri poſſimus. Tum vero motum huic Terræ aut falſo adſcribi exiſtimant, | aut nequaquam adhuc probatum eſſe. Quare nihil mirum, ſi, quæ talibus fundamentis exſtruuntur, pro ſomniis nugiſque ſint habituri. Quid vero his dicemus, niſi aliter ſenſuros ſi diſciplinis iſtis, naturæque rerum contemplandæ, operam dediſſent. Hoc vero longe plurimis non licuiſſe ſcimus, vel quod ad ea parum ingenio comparati eſſent, vel quod unde diſcerent non haberent, vel denique quod ſuis, aut reipublicæ curandis negotiis, alio vocarentur. Itaque nihil eos reprehendimus; ſed, ſi diligentiam in his rebus noſtram condemnandam putabunt, ad magis idoneos judices provocamus.

Occurritur objectionibus imperitorum.

(p. 7).

Erunt alii qui ea, quæ veriſimilia eſſe oſtendere conati ſumus, Sacris Literis adverſari prædicent, cum de Terris animalibuſque, atque etiam ratione præditis, nos diſſerere animadvertent; de quorum origine, aut quod omnino in rerum natura extent, nihil illic traditum ſit, ſed ea potius ex quibus contrarium ſequatur. Tantum enim de Tellure hac, cum ſuis animantibus, herbiſque, & homine omnium domino commemorari[8]). Quibus reſpondeo, quod & ante me alii, ſatis apparere non de omnibus iis,

Conjecturas haſce S. Scripturis non adverſari.

évident que Dieu n'a pas voulu [9]) que nous fussions instruits en détail par l'Ecriture sur tout ce qu'il a créé. Par conséquent, vu que dans le premier chapitre de la Genèse les Astres Errants autres que le Soleil et la Lune, sont compris soit sous le nom d'Etoiles soit sous celui de Terre, et qu'il en est de même des Satellites de Jupiter et de Saturne, il est permis d'observer que non seulement beaucoup d'autres corps célestes de l'un ou de l'autre genre peuvent y être inclus, mais aussi d'innombrables objets qu'il a plu à l'architecte souverain d'y placer. Je réponds de plus qu'ils ne peuvent ignorer comment il faut interpréter ce qui y est dit, à savoir que toutes choses ont été créées pour l'homme, ce qui ne peut signifier, comme beaucoup d'auteurs l'ont déjà remarqué, que tant d'immenses étoiles dont nous voyons une partie mais dont une autre partie aurait toujours échappé à nos regards sans le secours des Télescopes, ont été créées pour notre usage ou pour être contemplées par nous, puisque ce serait là une sentence absurde. On peut au contraire soutenir, précisément parce qu'une grande partie des œuvres de Dieu est placée en dehors de la vue des hommes et semble n'avoir aucun rapport avec eux, qu'il doit vraisemblablement y avoir des êtres qui contemplent et admirent ces œuvres de près.

Que l'examen de ces choses ne doit pas être condamné comme faisant preuve de trop de curiosité.

Mais ils diront peut-être que puisque l'auteur suprême n'a pas plus enseigné ou révélé qu'il n'a fait, il faut croire qu'il s'est réservé la connaissance du reste et que tâcher d'y pénétrer est par conséquent faire preuve de témérité et d'une curiosité excessive. J'estime pour ma part qu'on se donne trop d'autorité en voulant prescrire jusqu'où les hommes doivent pousser leurs investigations et assigner une limite à leur assiduité, comme si l'on connaissait avec certitude les termes fixés par Dieu et qu'on savait en outre qu'il serait dans le pouvoir de l'homme de dépasser néanmoins ces bornes [10]). Si nos ancêtres s'étaient laissés retenir par de pareils scrupules, nous pourrions encore ignorer quelle est la forme ou la grandeur de la Terre et s'il existe un continent Américain. De même si la Lune est éclairée par les rayons du Soleil et par quelles causes l'un et l'autre de ces corps célestes subit une éclipse; et beaucoup d'autres choses que nous devons aux travaux et découvertes des Astronomes. Qu'est ce qui semblait aussi caché et inaccessible que l'objet des connaissances récemment acquises sur les choses célestes? On peut comprendre par là que l'industrie et la pénétration d'esprit ont été données aux hommes pour parvenir peu à peu à entendre les choses naturelles, et qu'il n'y a pas de raisons pour lesquelles nous devrions nous résoudre à nous abstenir de recherches ultérieures. Toutefois les choses plus cachées que nous avons ici principalement en vue ne sont pas, nous le savons, de telle sorte qu'elles pourraient être parfaitement tirées au clair par nos efforts. Par conséquent nous n'avançons rien ici avec une entière conviction (comment le pourrions-nous?) nous

[9]) Expression populaire: comparez le § 1 de la Pièce „Que penser de Dieu?" qui précède.
[10]) Comparez, à la p. 550 qui précède, le § 17 de la Pièce „Verisimilia de Planetis".

quæ Deus creavit, particulatim nos edoceri eum voluisse[9]. Itaque cum vel Siderum vel Terræ nomine, in prima Genesi, etiam Planetæ, qui præter Solem Lunamque sunt, comprehendantur; atque etiam Jovis & Saturni Comites: posse non tantum plures alios utriusque generis includi, sed & res innumeras quas in superficie eorum summo opifici collocare placuerit. Porro non nescire eos quo pacto interpretandum sit, quod dicitur omnia propter hominem condita esse; neque eo significari, ut a pluribus jam est animadversum, tot ingentia corpora stellarum, quas partim videmus, partim nec vidissemus quidem unquam, si Telescopiorum auxilium defuisset, nostræ utilitatis aut contemplationis gratia fuisse condita; quia id absurde diceretur. Quare cum operum Dei magna pars extra conspectum hominum sit posita, neque ad eos pertinere videatur, haud alienum esse opinari, aliquos extare, qui illa propius aspiciant & admirentur.

Inquisitionem horum ut nimis curiosam reprehendi non debere.

Sed dicent fortasse, cum de his ipse supremus auctor nihil amplius docuerit aut revelarit, credendum esse sibi scientiam eorum reservasse, ac proinde temere, & curiose nimis de iis inquiri. At nimium ipsos sibi sumere ajo, si definire velint, quousque homines investigando progredi debeant, diligentiæque eorum modum statuere; ac si terminos, quos hic Deus præscripsit, certo cognitos haberent; aut in hominum potestate esset illos prætergredi[10]. Et sane, si talibus scrupulis retenti fuissent qui ante nos vixerunt, adhuc ignorari potuisset quænam Telluris esset figura, aut quæ magnitudo, & num aliqua Americæ regio. Item an Solis radiis Luna illustraretur, quibusve ex causis aut hæc aut ille deficerent; ac pleraque alia, quæ Astronomorum laboribus repertisque accepta referimus. Quid enim tam absconditum & inaccessum videbatur, quam quæ de rebus cœlestibus in aperta luce nunc posita sunt? Ex quo intelligitur industriam mentisque acumen hominibus data esse, quibus paulatim rerum naturalium cognitionem consequerentur, neque esse cur conari desinamus & ulteriora inquirere. Attamen reconditiora illa, quibus hic præcipue insistimus, scimus non esse ejusmodi, ut quærendo penitus investigari possint. Itaque nihil veluti certum affirmamus, (qui possimus enim?) sed conjecturis tantum agimus, quarum de verisimilitudine suo cuique

contentant de conjectures sur la vraisemblance desquelles chacun est libre de se faire juge. Que si quelqu'un dira donc que nous nous donnons une peine vaine et inutile en proposant des conjectures sur des choses desquelles nous avouons nous-mêmes ne rien pouvoir comprendre avec certitude, je répondrai que l'étude entière de la Physique, pour autant qu'elle s'occupe de chercher les causes des phénomènes devrait être désapprouvée pour la même raison, *la plus haute gloire étant d'y avoir trouvé des théories vraisemblables* [11]*; c'est la recherche elle-même, tant des sujets principaux que des choses les plus cachées qui constitue son charme.* Mais il y a beaucoup de degrés de vraisemblance dont les uns sont plus proches de la vérité que les autres; c'est surtout dans l'évaluation de ces degrés qu'on doit faire preuve de bon sens [12].

Que les conjectures quoiqu'incertaines ne sont cependant pas vaines.

Suivant mon opinion nous n'examinons pas seulement ici des choses fort dignes d'être connues en elles-mêmes, mais de plus telles que leur contemplation collabore aussi à nous rendre plus sages. Il convient de nous considérer comme placés hors de la Terre et la regardant de loin, et de nous demander alors si c'est à elle seule que la nature a conféré tous ses ornements. De cette façon nous pourrons mieux comprendre ce que c'est que la Terre et en quelle estime il faut l'avoir; de même que ceux qui sont de grands voyages sont en général meilleurs juges des affaires de leur patrie que ceux qui ne l'ont jamais quittée. Celui qui, accordant quelque valeur à nos raisonnements, s'est une fois figuré une multitude de Terres semblables à la nôtre et habitées de même, ne sera pas fortement influencé par des arguments qui aux yeux du grand public paraissent de grand poids. Et comment pourra-t-il ne pas beaucoup admirer et vénérer Dieu, auteur de si grandes choses? de la providence et de la merveilleuse science duquel il trouvera ici partout des marques, à l'encontre des fausses opinions de ceux qui ont soutenu soit que la Terre a été engendrée par un concours fortuit d'atomes soit qu'elle n'a eu aucun commencement [13]. Mais il est temps de venir aux faits.

Que le sujet du présent traité a des rapports avec la sagesse et la piété.

Or, comme, pour prouver ce que je me suis proposé, mon argument principal sera tiré de l'arrangement Copernicain des Planètes et du fait que notre Terre en fait sans aucun doute partie, je commence par tracer deux figures dont l'une contient en vraies proportions leurs orbites entourant chacune le Soleil, figure identique avec celle que vous avez souvent contemplée dans notre Automate, tandis que l'autre montre les

---

[11]) N. Oresme, au quatorzième siècle, écrivait: „L'on peut bien parler en science certainement si comme en mathematiques, et es autres non, mais tant seulement probablement et vraysemblablement" („Les Ethiques, ou morale d'Aristote", ouvrage imprimé à Paris en 1488, § 36).

[12]) Comparez la Pièce „De probatione ex verisimili" qui précède (p. 541), ainsi que notre Avertissement à cette Pièce et aux trois autres constituant ensemble ce que nous avons appelé „Réflexions sur la probabilité de nos conclusions et discussion de la question de l'existence d'êtres vivants sur les autres planètes".

Voyez aussi la note *g* de Huygens, de septembre 1692, à la p. 321 du T.X. Nous avons d'ailleurs déjà cité cette note dans notre note 10 de la p. 532 qui précède.

[13]) Comparez sur ces deux dernières opinions la note 12 de la p. 557 qui précède.

arbitratu | judicare liberum ſit. Quod ſi quis irritam igitur, & inanem in his operam nos ponere dicat, de rebus iis conjecturas prodendo, de quibus ipſi fateamur nihil certi unquam comprehendi poſſe: reſpondebo totum Phyſices ſtudium, quatenus in cauſis rerum eruendis verſatur, eadem ratione fore improbandum; *ubi veriſimilia inveniſſe laus ſumma eſt*[11]), *& indagatio ipſa rerum, tum maximarum, tum occultiſſimarum, habet oblectationem.* Sed veriſimilium multi ſunt gradus, alii aliis veritati propiores in quo diligenter æſtimando præcipuus judicii uſus vertitur[12]). (p. 10). Conjecturas non eſſe vanas, quia non plane certæ.

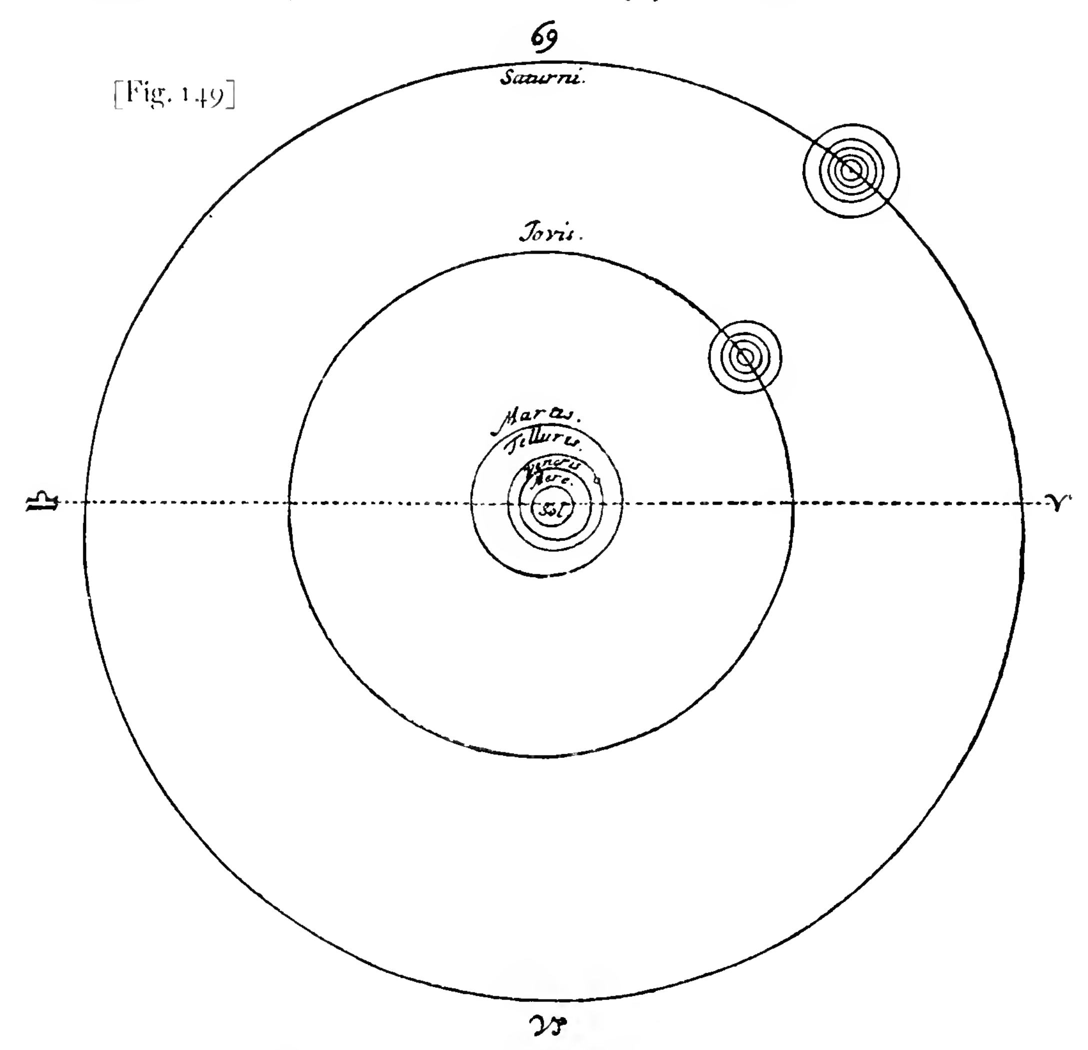
Ut vero mihi videtur, non tantum res ad cognitionem maximas hic indagamus, ſed quarum contemplatio ſtudiis quoque ſapientiæ multum conducat. Expedit nimirum ut, velut extra Tellurem hanc poſiti, procul eam intueamur, quæramuſque, an ſola ſit in quam omnem ornatum natura contulerit. Ita enim rectius quid ſit, quoque loco habenda, intelligere poterimus: quemadmodum qui longinquas regiones obeunt, de patriæ ſuæ rebus verius judicare ſolent, quam qui nunquam inde ſe moverunt. Nec ſane ille magnopere admirabitur quæcunque hic vulgo maxi|ma habentur, qui, rationibus noſtris aliquid tribuens, multitudinem Terrarum noſtræ ſimilium, ſimiliterque incolis ſuis frequentatarum, ſibi propoſuerit. Deum vero, tantarum rerum effectorem, quì poterit idem non valde ſuſpicere & venerari? cujus providentiam, ſapientiamque mirabilem, paſſim hic aſſertam inveniet, contra falſas opiniones eorum, qui vel ex fortuito corpuſculorum concurſu ortam eſſe Terram, vel omni principio eam carere dixerunt[13]). Sed jam ad propoſitum. Ad ſapientiam & pietatem facere quæ hic tractantur. (p. 11).

Et quoniam maximum ſumetur argumentum, ad ea quæ inſtituimus probanda, ex ordinatione Planetarum Copernicea, quodque inter eos Tellus hæc haud dubie numeratur; bina ſchemata hic initio deſcribo, quorum alterum orbes eorum, circa ſolem diſpoſitos, continet, veris proportionibus expreſſos; ſimile illi quod in Automato noſtro ſæpius conſpexiſti: alterum rationes magnitudinum oſtendit, quibus corpora Plane-

rapports des grandeurs des corps Planétaires tant entre elles qu'à l'égard du Soleil, la grandeur de celui-ci auſſi ayant été indiquée dans le dit Automate. Dans la première figure [Fig. 149] le Soleil occupe le centre, auquel ſuccèdent, dans l'ordre déſormais bien connu, les orbites de Mercure, de Vénus et de la Terre, à laquelle eſt ſurajoutée celle de la Lune, enſuite celles de Mars, de Jupiter et de Saturne; enfin, à l'entour

Expoſition du ſyſtème de Copernic.

[Fig. 149]



de Jupiter et de Saturne les petits orbes des Satellites, dont le premier en a quatre et le deuxième cinq. Il faut ſavoir que ces petits orbes, de même que celui de notre Lune, ont été repréſentés ici en dimenſions beaucoup exagérées par rapport à celles des orbites des Planètes primaires afin de ne pas être tout-à-fait inviſibles à cauſe de leur exiguité. Or, quelle eſt la grandeur des orbites primaires? C'eſt ce qu'on peut con-

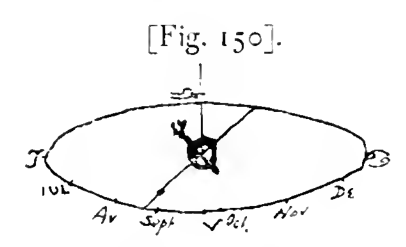
tarum inter ſe, & ad Solem, comparantur; quod in eodem Automato adjectum eſt. In priore punctum medium Sol eſt; à quo deinceps, noto omnibus ordine, ſunt orbitæ Mercurii, Veneris, Telluris, cum ſuperaddita via Lunæ; tum | Martis, Jovis, & Saturni: ac circa Jovem, Saturnumque circelli Comitum; illius quatuor, hujus quinque. Quos circellos, cum eo, qui Lunæ noſtræ dicatus eſt, longe majores hic poni ſciendum, quam pro ratione ad Planetarum primariorum orbitas; ne, ob parvitatem, penitus viſum effugerent. Orbitarum vero quanta reipſa ſit vaſtitas inde intelligere licet, quod

Copernici ſyſtema exponitur.

p. 12*5*.

clure de cette donnée que la diſtance du Soleil à la Terre comprend dix ou douze mille fois [14]) le diamètre de cette dernière, meſure dont dans la ſuite nous traiterons plus explicitement. Toutes ces orbites ſont ſituées à peu près dans un même plan, de ſorte que leurs véritables plans ne s'écartent pas notablement de celui dans lequel la Terre accomplit ſes révolutions et qu'on appelle le plan de l'Écliptique. Ce dernier eſt obliquement traverſé [Fig. 150] par l'axe de la Terre autour duquel elle tourne en 24 heures par rapport au Soleil: cet axe, à une mutation fort lente près qui eſt bien connue aux Aſtronomes [15]), reſte parallèle à lui-même dans ſa courſe autour du Soleil: ce dont réſultent les inégalités des jours et des nuits ainſi que les différentes ſaiſons, comme l'enſeignent les livres aſtronomiques. C'eſt auſſi à ces livres que j'emprunte les périodes qui correſpondent aux orbites des Planètes: celle de Saturne eſt de 29 ans, 174 jours, 5 heures; celle de Jupiter de 11 ans, 317 jours, 15 heures; celle de Mars de 687 jours à fort peu près; celle de la Terre de $365\frac{1}{4}$ jour: celle de Vénus de 224 jours, 18 heures; celle de Mercure de 88 jours. Tel eſt l'ordre des corps céleſtes découvert par Copernic et aujourd'hui fort connu. On peut dire que ce ſyſtème eſt en très bon accord avec la ſimplicité de la nature. Si quelqu'un ſe fait fort de le réfuter ou de le déſapprouver, qu'il apprenne d'abord combien mieux et combien plus facilement d'après les démonſtrations des Aſtronomes, on y rend compte de tout ce qui s'obſerve au ſujet du mouvement de ces aſtres que dans les ſyſtèmes de Ptolémée ou de Tycho. Qu'il apprenne enſuite ſuivant quelle loi, d'après la remarquable obſervation de Kepler, les grandeurs des diſtances des Planètes — parmi leſquelles celle de la Terre — au Soleil ſont liées aux valeurs des périodes que j'ai rapportées: loi qu'on a enſuite trouvée valable auſſi pour les Satellites de Jupiter et de Saturne dans leurs rapports avec ces Planètes [16]). Qu'il parvienne enſuite à comprendre combien eſt contraire à la nature du mouvement ce qu'il faudrait ſelon lui ſe figurer: ſavoir la cauſe que nous dirons du phénomène ſuivant dont l'exiſtence a été démontrée. Il s'agit d'expliquer pourquoi l'étoile Polaire qui ſe trouve à l'extrémité de la queue du petit Ourſe, ſe meut aujourd'hui en une petite circonférence de cercle diſtante de $2\frac{1}{3}$ degrés du Pôle, tandis que 1820 années plus tôt, ſavoir au temps d'Hipparque, elle ſe trouvait à une diſtance de 12°24 du même Pôle, et qu'après quelques ſiècles elle s'en écartera de 45°, tandis que dans 25000 ans elle reviendra à la diſtance qu'elle

[Fig. 150].



Quelles ſont les raiſons qui confirment la doctrine de Copernic.

[14]) Voyez sur ces chiffres l'Avertissement qui précède.

[15]) Voyez sur le mouvement de précession les p. 63—65 et 494—495 qui précèdent, ainsi que les p. 825 et 829 qui suivent.

[16]) Comparez la Pièce IV de la p. 36 qui précède.

diftantia a Sole ad Terram, decem vel duodecim millia[14]) Terræ diametrorum continet: de qua menfura pluribus poftea agetur. Omnes porro in eodem fere plano fitæ funt; ut proinde non multum difcedant ab eo in quo Tellus circumit, quod Eclipticæ planum vocatur. Hoc vero oblique fecatur ab axe Telluris, in quo illa volvitur horis viginti quatuor, refpectu folis: ifque axis, nifi quod mutationem lentiffimam fubit, quam norunt Aftronomi[15]), fibi ipfi parallelus manet, dum ipfa circa Solem defertur: ex quo dierum noctiumque oriuntur vices, itemque temporum anni commutationes, ut paffim docent eorum libri. Unde & tempora periodorum, quibus circuitus fuos Planeta quifque peragit, huc tranfcribo. Nempe Saturni, annorum 29, dierum 174, horarum 5. Jovis annorum 11, dierum | 317, horarum 15. Martis proxime dierum 687. Telluris dierum $365\frac{1}{4}$. Veneris dierum 224, hor. 18. Mercurii dierum 88. *p. 13.*

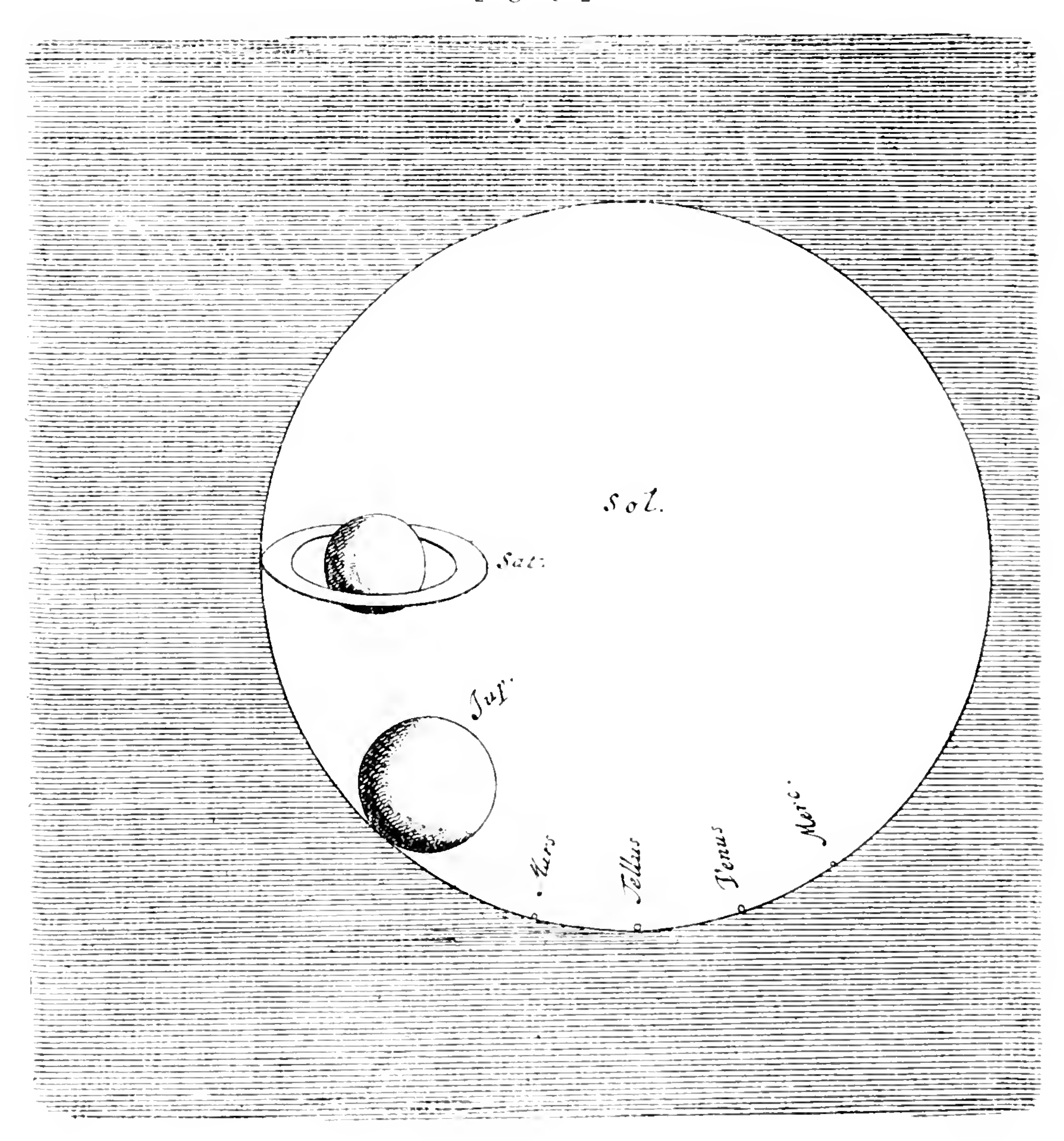
Copernici doctrinam quæ rationes confirment.

Hic eft ille, notiffimus jam, cæleftium corporum ordo, a Copernico repertus, idemque naturæ fimplicitati convenientiffimus. Hunc fi quis convellere aut improbare contendat, is difcat primum, ex demonftrationibus Aftronomorum, quanto in hac defcriptione melius faciliufque omnium eorum, quæ circa motum fiderum animadvertuntur, ratio reddatur, quam in Ptolemaico aut Tychonis fyftemate. Cognofcat etiam, ex fingulari Kepleri obfervatione, quomodo Planetarum, interque eos Telluris, a Sole diftantiæ temporibus periodorum, quas retuli, certa quadam proportione refpondeant; quam poftea Jovis quoque & Saturni Comites, horum refpectu, fervare deprehenfum eft[16]). Intelligat quam contra motus naturam quiddam comminifcendum fit, quo demonftretur cur ftella Polaris, in extrema cauda minoris Urfæ, exiguo nunc circulo moveatur, duobus gradibus & tertia parte à Polo diftans; cum ante annos mille octingentos viginti, ætate nempe Hipparchi, duodecim gradibus, 24 | ferupulis, ab eodem Polo abfuerit: poft aliquot vero fæcula, ad 45 gradus inde receffura fit, & poft annorum viginti quinque millia, eodem quo nunc eft, reverfura. Ut proinde cælum totum, fi circumrotari dicatur, fuper alio atque alio axe id faciat neceffe fit, quod eft abfurdiffimum; cum in Copernici hypothefi nihil fit explicatu facilius. Deni- *p. 14.*

a maintenant. Il faudrait donc, si l'on dit que le ciel tourne en entier, que cette révolution eût lieu autour d'axes continuellement différents ce qui est très absurde; tandis que dans l'hypothèse de Copernic rien ne s'explique plus facilement.

Qu'il considère enfin toutes les réponses données par Galilée, Gassendi, Kepler et beaucoup d'autres aux objections qu'on a l'habitude de faire aux arguments de Copernic. Par leurs raisonnements les scrupules qui restaient ont été si bien écartés que tous les Astronomes, à moins que d'être d'une intelligence tardive [17]) ou entachés d'une crédulité soumise à l'autorité humaine [18]), attribuent maintenant sans hésiter du mouvement à la Terre et lui assignent une place parmi les Planètes.

[Fig. 151]



que expendat omnia illa, quibus, ad argumenta Copernico objici folita, Galileus, Gaffendus, Keplerus, aliique plurimi refponderunt. Quorum rationibus ita fublati funt qui fupererant fcrupuli, ut omnes nunc Aftronomi, nifi tardiore fint ingenio[17], aut hominum imperio obnoxiam credulitatem habeant[18]), motum Telluri, locumque inter Planetas, abfque dubitatione decernant.

---

[17]) Huygens attribue donc sans les nommer, une intelligence tardive sous ce rapport à Cassini et à Römer: voyez sur eux les p. 311 et 182 qui précèdent.

[18]) Allusion évidente à Riccioli et Kircher, comme nous l'avons dit dans l'Avertissement.

Rapports des grandeurs des Planetes entre elles et à l'egard du Soleil

Dans la deuxième figure dont j'ai parlé plus haut [Fig. 151], les globes planétaires et le Soleil sont représentés comme si les planètes étaient placées en série contre son bord. Ici je me suis conformé aux rapports de leurs diamètres à celui du Soleil que j'ai publiés dans mon livre des Phénomènes de Saturne. Leurs valeurs sont les suivantes: pour l'Anneau de Saturne 11 : 37; pour celui de son Globe intérieur, également par rapport au diamètre du Soleil, à peu près 5 : 37, pour Jupiter 2 : 11, pour Mars 1 : 166, pour la Terre 1 : 111, pour Vénus 1 : 84; auxquelles j'ajoute maintenant celle du rapport du Mercure qui est 1 : 290 d'après l'observation d'Hevelius de 1661, lorsque Mercure fut vu sur le disque Solaire, ceci toutefois non pas d'après son calcul mais d'après le nôtre [19]).

J'ai montré dans le dit livre comment ces rapports, qui sont mes rapports à moi, des grandeurs considérées ont été trouvés, savoir en me basant à la fois sur les proportions connues des distances au Soleil et sur la mesure des Diamètres prise avec mes Télescopes; et je ne vois encore aucune raison pour m'écarter notablement des résultats de ce calcul quoique sans vouloir maintenir l'exactitude absolue des résultats. En effet, bien que beaucoup de gens soient persuadés que dans la mesure des diamètres apparents l'usage des Micromètres — il s'agit d'instruments composés de fils fort ténus tendus dans le plan focal de l'objectif — est préférable à celui de nos lamelles; je ne puis me déclarer d'accord avec eux, étant encore toujours d'avis que les minces lamelles ou coins que j'ai dit en cet endroit devoir servir à ces observations spéciales y sont les plus aptes. C'est d'ailleurs de mon invention qu'est provenu, peu après, celui des Micromètres ainsi que l'adaptation du Télescope aux instruments Astronomiques; au grand honneur, certes, de ceux qui se sont appliqués à perfectionner une invention si utile [20]).

Que les minces lamelles ou coins sont préférables aux Micromètres.

Dans cette comparaison avec les planètes, il faut considérer l'immensité du Soleil à l'égard des quatre Planètes intérieures, et aussi que celles-ci sont extrêmement petites par rapport à Saturne et Jupiter. On doit remarquer à ce propos que les corps planétaires ne croissent pas proportionnellement à leurs distances au Soleil, attendu que le globe de Vénus est beaucoup plus grand que celui de Mars.

Que le Soleil est beaucoup plus grand que les Planètes.

---

[19]) On a vu plus haut que dans la „Descriptio Automati Planetarii" (p. 624) Huygens avait pris 1 : 308 pour le rapport du diamètre de Mercure à celui du soleil. Il est permis de penser que ce rapport-là qui ne diffère pas appréciablement de celui du présent texte provenait également d'un calcul basé sur les observations d'Hevelius. Consultez sur le calcul de Huygens l'Appendice XI qui suit. Dans son „Mercurius in Sole visus Gedani 1661", déjà plusieurs fois cité dans le présent Tome, Hevelius avait calculé à sa façon (p. 84) „Mercurii diametrum ad Solis esse ut 1 ad 160" ce qui est loin d'être exact, tandis que la valeur de Huygens est fort bonne (voyez l'Avertissement).

[20]) Nous avons déjà cité ce passage à la p. 19 qui précède. Voyez aussi sur les micromètres l'Appendice VIII qui suit.

In altero, quod dixi, ſchemate, ita horum globi cum Sole oculis ſubjiciuntur, ac ſi juxta ſe poſiti eſſent. Atque hic rationem diametrorum, ad Solis diametrum, eam ſecutus ſum, quam tradidi in libro de Saturni Phænomenis. Nempe Annuli Saturnii eam quæ 11. ad 37; Globi incluſi, ad eandem Solis diametrum fere, quæ 5 ad 37; Jovis, quæ 2 ad 11; Martis, quæ 1 ad 166; Telluris, | quæ 1 ad 111; Veneris, quæ 1 ad 84; quibus nunc addo Mercurii, quæ eſt 1 ad 290 ex Hevelii obſervatione Anno 1661 habita; cum in Solis diſco Mercurius conſpiceretur, noſtro tamen, non illius calculo[19]). Planetarum magnitudinis inter ſe & ad Solem ratio. (p. 15.)

Quomodo autem hæ noſtræ magnitudinum rationes inventæ ſint, tum ex cognita proportione diſtantiarum à Sole, tum ex menſura Diametrorum, Teleſcopiis capta, eo, quem dixi, libro oſtendi: neque adhuc video cur multum, ab iis quas tunc deſinivi, recedam; etſi nihil eis deeſſe non contenderim. Nam quod multi exiſtimant, in metiendis apparentibus diametris, præſtare lamellis noſtris uſum Micrometrorum quæ vocant, quibus ſila tenuiſſima in ſoco Lentis majoris prætenduntur, nondum iis aſſentiri poſſum, ſed aptiores eſſe lamellas virgulaſve tenues arbitror, quas eo loco objiciendas docueram. Ex quo iſtud Micrometrorum inventum, itemque Teleſcopii ad organa Aſtronomica adaptatio, non multo poſt emanavit: non ſine laude tamen eorum, qui in perſiciendo tam utili invento elaborarunt[20]). Micrometris præſtare lamellas virgulaſve tenues.

Cæterum, in hac planetarum comparatione, notanda eſt ingens Solis magnitudo, | cum interioribus quatuor Planetis collata; utque hi Saturno quoque, ac Jove, longe longeque minores ſint. Nam conſiderandum, non ordine creſcere eorum corpora cum diſtantiis a Sole; quippe cum multo major ſit Veneris, quam Martis, globus. (p. 16). Solem Planetis multo majorem eſſe.

Qu'on eſt en droit d'aſſimiler la Terre aux Planètes et celles-ci à la Terre.

Après cette expoſition ſur les deux figures perſonne, penſé-je, peut ne pas voir combien manifeſtement il réſulte de la première qui donne la forme du ſyſtème, que notre Terre y eſt compriſe de la même manière que les cinq autres Planètes. Les poſitions des orbites l'atteſtent. Il eſt conſtant en outre par les obſervations téleſcopiques que les corps de toutes les planètes ſont ſphériques, de même que cului de la Terre et que toutes elles empruntent leur lumière au Soleil. Enfin qu'elles reſſemblent à la Terre auſſi en ce point qu'elles tournent chacune autour de ſon propre axe; qui en effet en doutera après que ceci a été nettement établi pour Jupiter et Mars? Et de même que la Terre a pour compagne la Lune, Jupiter et Saturne ont les leurs.

Puiſque la reſſemblance de la Terre à ces Planètes primaires exiſte à tant d'égards, qu'eſt ce qui eſt auſſi naturel que de conjecturer qu'elles ne lui ſoient pas inférieures en dignité et en beauté, ni aucunement moins ornées ou plus incultes: quelle raiſon pourrait-on inventer pour laquelle il en ſerait autrement?

Qu'on tire à bon droit de la reſſemblance des arguments pour cette aſſimilation.

Certes, ſi l'on montrait, à quelqu'un qui n'aurait jamais vu ouvert le corps d'un animal, les entrailles dans le corps diſſéqué d'un chien, ſavoir le coeur, l'eſtomac, les poumons, les inteſtins, enſuite les veines, les artères, les nerfs; il ne douterait guère de l'exiſtence d'un mécaniſme ſemblable, d'une même variété de parties, dans les corps du boeuf, du porc ou d'autres animaux. De même, ſi nous avions appris à connaître la nature d'un ſeul des Satellites de Saturne ou de Jupiter, ne ſerions-nous pas d'avis que les mêmes choſes à peu près doivent ſe trouver chez tous les autres? Pareillement, ſi nous réuſſiſſions à comprendre la nature d'une Comète quelconque, nous jugerions que telle eſt la nature univerſelle de ces corps. La concluſion, tirée de la reſſemblance des choſes obſervées à celles qui ne l'ont pas été, a donc un fort grand poids. Et en ſuivant la même manière de raiſonner, nous pourrons faire, en nous baſant ſur notre connaiſſance d'une ſeule Planète contemplée de près, d'excellentes conjectures ſur les autres Planètes de la même famille.

Que les Planètes ſont ſolides et qu'il y exiſte une peſanteur.

En tout premier lieu nous jugerons que, de même que notre Terre, elles conſiſtent en des corps ſolides. Enſuite nous tiendrons auſſi pour fort vraiſemblable que leurs globes ſoient pourvus de ce que nous appelons la peſanteur ou gravité; par la force de laquelle tous les corps qui ſe trouvent ſur leurs ſurfaces, y exercent une preſſion ou bien, s'ils en ont été écartés, y retombent de toutes parts comme s'ils ſubiſſaient une attraction. Ce qui reſſort déjà de la forme ſphérique elle-même, attendu que c'eſt celle-ci qui eſt produite par l'effort de corps tendant tous vers un même centre. Or, nous avons même appris à tirer, en raiſonnant logiquement, des concluſions ſur les rapports des grandeurs de la gravité auprès de Jupiter ou de Saturne à celle qui exiſte chez nous. De ce ſujet, et de l'auteur des dits calculs [21]), nous avons parlé dans notre Diſcours de la Cauſe de la Peſanteur.

[21]) Il s'agit de Newton; voyez les p. 408 et 477 qui précèdent. Plus loin (p. 819) Huygens fera expressément mention de Newton dans le présent Traité.

His de utroque Diagrammate expofitis, nemo, ut puto, jam non videt, quam clare ex priore, in quo fyftematis eft typus, fequatur, eodem genere, cum cæteris quinque Planetis, Tellurem hanc noftram contineri. Nam vel ipfi circulorum pofitus hoc teftantur. Atqui præterea conftat, telefcopiorum obfervationibus, & globofa effe omnium corpora, itidem ut Telluris, & à Sole fplendorem fimiliter eos mutuari. Ac denique in hoc quoque ei fimiles effe, quod in fe ipfis circum proprios axes volvantur: quis enim de cæteris dubitet, cum in Jove & Marte hoc certo compertum fit? Sicut autem Tellus Lunam comitem habet, ita Jupiter & Saturnus fuas. Quid igitur tam probabile eft, cum in his tot rebus Telluri cum Planetis illis primariis intercedat fimilitudo, quam non minori quoque dignitate & pulchritudine eos effe, nihiloque minus ornatos cultofque: aut quænam | cur hoc aliter fe habeat ratio excogitari poteft?

Tellurem Planetis, & hos Telluri recte affimilari.

(p. 17).

Sane fi cui, in diffecti canis corpore, vifcera oftenderentur, cor, ftomachus, pulmones, inteftina; tum venæ, arteriæ, nervi; etiamfi nunquam animalis corpus apertum confpexiffet; vix dubitaret, quin fimilis quædam fabrica, ac partium varietas, in bove, porco, cæterifque beftiis ineffet. Nec fi unius, ex Saturni aut Jovis Comitibus, naturam cognitam haberemus, non eadem fere quæ in illo, in cæteris quoque reperiri putaremus? Similiterque ex uno quopiam Cometa, fi quidnam effet perfpici poffet, eandem omnium rationem effe ftatueremus. Itaque plurimum ponderis habet illa ex fimilitudine petita, & à rebus vifis ad non vifas producta ratio. Quam proinde fequentes, ex Planeta uno, quem coram afpicimus, de reliquis ejufdem generis rectè conjecturam faciemus.

Ex fimilitudine in hifce recte argumenta peti.

Ac primùm quidem, non aliter quam Tellus noftra, folido corpore eos conftare exiftimabimus. Deinde prorfus etiam verifimile cenfebimus, adeffe globis eorum id quod gravitatem appellamus; cujus vi corpora quæque, in fuperficie eorum hærentia, | premant eam; aut, fi dimoveantur, ex omni parte velut attracta recidant. Quod ex ipfa quoque globi forma liquet, cum hæc ex conatu corporum, ad centrum unum tendentium, generetur. Imo jam, certo quodam ratiocinio, colligere didicimus, quanto majus minufve in Jove ac Saturno, quam apud nos, gravitatis momentum effe debeat. Qua de re, deque auctore ejus[21]), in Diatriba de Caufis gravium diximus.

Planetas folidos effe & gravitate pollere.

(p. 18).

Mais voyons maintenant dans le préfent traité ce qu'on peut examiner de plus, jufqu'à quel degré l'on peut parvenir à des connaiffances plus détaillées fur la nature et l'équipement de ces Terres diftantes. Et d'abord combien il eft vraifemblable qu'il exifte des plantes et des animaux fur leurs furfaces, de même que fur celle de la Terre. Perfonne, me femble-t-il, ne niera que la forme et la vie, ainfi que la croiffance et la génération, qui fe trouvent dans les plantes et les animaux, ne foient quelque chofe de plus grand et de plus admirable que les corps inanimés, quelque volumineux que foient ces derniers tels que montagnes, rochers, ou mers. Il eft de plus évident que dans l'une et l'autre de ces claffes d'êtres vivants l'on voit tout autrement et bien plus clairement l'éminence de la providence et de l'intelligence Divines. En effet, tandis qu'un fectateur de Démocrite [22]), ou bien auffi de Defcartes [23]), peut fe faire fort d'expliquer tant les phénomènes Terreftres que les phénomènes céleftes de manière à n'avoir befoin que d'atomes et de leurs mouvements, il ne réuffira pas à produire une explication pareille pour les plantes et les animaux, étant incapable d'alléguer quelque chofe de vraifemblable fur leur origine première; attendu qu'il eft abfolument manifefte que jamais de pareils objets n'ont pu être le réfultat du mouvement déréglé et fortuit de corpufcules, puifque l'on conftate que tout y eft parfaitement accommodé à de certaines fins; ceci avec un fort grand difcernement et une exquife connaiffance des lois de la nature ainfi que de la Géométrie elle-même, comme nous le montrerons à plufieurs reprifes dans les pages qui fuivent; pour ne rien dire des miracles [24]) de la procréation. Or, fi dans les Planètes il n'exifte que de vaftes folitudes et des corps inertes et fans vie, fi les objets y font défaut dans lefquels brille le plus manifeftement la fageffe de l'Architecte fouverain, elles feront fans aucun doute de beaucoup inférieures à notre Terre en dignité et en beauté; ce qui, comme je l'ai déjà dit, eft contraire à la raifon.

Que les animaux auffi n'y font pas défaut.

Ni les plantes.

Il n'en eft donc pas ainfi: il y aura là auffi certains corps mobiles et capables de se mouvoir eux-mêmes, lefquels ne feront pas moins nobles que les corps Terreftres correfpondants: ce feront des animaux. Ceci étant pofé, il fera prefque néceffaire de faire une même conceffion fur les plantes; car il devra y avoir quelque chofe pour nourrir les animaux. Et l'on ne peut douter que tout ceci ne puiffe exifter que fur la *furface* des globes Planétaires, puifque les uns et les autres doivent jouir de la chaleur du Soleil et être choyés par lui; leurs furfaces étant expofées à fes rayons tout comme c'eft le cas pour notre Terre.

---

[22]) Voyez la note 49 de la p. 364 qui précède.

[23]) Voyez l'Appendice IV qui suit.

[24]) Nous avons déjà attiré l'attention sur ce mot „miracula" — c. à. d. merveilles — dans la note 36 de la p. 436 qui précède. À la p. 555, l. 14, Huygens parlait des „generationis mysteria".

Nunc vero ulterius quærere pergamus, quibus gradibus ad penitiora quædam, de ſtatu ornatuque Terrarum iſtarum, cognoſcenda perveniri poſſit. Ac primùm quam veriſimile ſit herbas, & animalia in earum ſuperficie exiſtere, æque ac in Tellure noſtra. Nemo negabit puto, & formam & vitam, & creſcendi generandique rationem, in ſtirpibus animantibuſque majus quid eſſe, magiſque mirandum quàm corpora vitâ carentia, quantumvis mole conſpicua ſint; velut montes, rupes, maria. Patet etiam in utroque illo viventium genere, multo aliter longeque expreſſius, cerni Divinæ providentiæ intelligentiæque præſtantiam. Cum enim quæ in Terra, imo quæ in Cælo quoque aſpicimus, | aliquis Democriti[22]), aut etiam Carteſii[23]) ſectator, ita ſe explanaturum profiteri poſſit, ut tantum atomis & motu horum indigeat; in herbis tamen & animalibus fruſtra erit, nec de primo eorum exortu quidquam veriſimile adferet; cum nimis manifeſto appareat, nunquam vago, ac fortuito corpuſculorum motu, talia quædam prodire potuiſſe: quippe in quibus omnia ad certum finem egregie apta accommodataque cernantur; cum ſumma prudentia, & legum naturæ, ipſiuſque Geometriæ, cognitione exquiſita; quemadmodum in ſequentibus ſæpius oſtendetur: ut jam omittamus illa in progignendo miracula[24]). Quod ſi igitur in Planetis nihil aliud quàm vaſtæ ſolitudines, corporaque inertia, & vita carentia reperiantur; atque abſint ea in quibus clariſſime certiſſimeque Architecti ſupremi ſapientia eluceſcit; haud dubiè multum dignitate & pulchritudine concedent Telluri noſtræ: quod, ut jam dixi, rationi adverſatur.

Nec deeſſe illis animalia.

p. 19.

Non igitur ſic; ſed erunt & ibi corpora quædam motu prædita, ſeſeque ipſa moventia, neque his quæ in Terra ſunt ignobiliora; adeoque erunt animantia. His autem poſi|tis, jam de herbis quoque fere neceſſario concedendum eſt; ut ſit aliquid quo illa alantur. Omnia verò hæc non aliter quam in ſuperficie Planetariorum globorum exiſtere, dubitari non poteſt; cum calore Solis gaudere ac foveri debeant; cujus radiis, non ſecus quam Tellus noſtra, expoſiti ſint.

(p. 20).

Ut nec plantas.

Mais quelqu'un dira que nous allons ici plus vite qu'il n'eſt permis: ſans nier qu'à la ſurface des Planètes ſe trouvent des objets qui y croiſſent et ſe meuvent, dignes, non moins que les objets terreſtres correſpondants, de Dieu leur créateur, il eſt poſſible de ſoutenir que leur nature peut néanmoins être fort diverſe, de ſorte qu'ils ne reſſemblent aucunement à ceux de chez nous; ni dans leur matière, ni dans leur façon de croître, ni dans leur forme extérieure, ni dans leurs parties internes; en un mot qu'ils ſont peut-être tels que rien de ſemblable ne peut venir à l'eſprit de l'homme. Recherchons donc quelle eſt la probabilité de cette conjecture; et s'il ne faut pas plutôt ſe figurer que la diverſité n'eſt pas ſi grande. Ce qui favoriſe l'opinion de ceux qui eſtiment que là-bas tout eſt autrement, c'eſt que la Nature ſemble fort ſouvent, et même dans la plupart des choſes, rechercher la variété, et que la puiſſance du Créateur devient par là plus manifeſte. Ils devront toutefois reconnaître que le degré de la variété ou diſſemblance ne peut pas être arbitrairement fixé par l'homme; que quoiqu'elle puiſſe être immenſe et que ces choſes-là puiſſent entièrement dépaſſer notre entendement et compréhenſion, il ne s'enſuit pas qu'elles ſoient vraiment telles. Car même dans le cas où Dieu aurait ſur les autres Planètes créé toutes choſes ſemblables à celles de chez nous, elles ne ſeraient pas moins admirables pour les ſpectateurs (ſuppoſé qu'il y en ait) que lorſque la diverſité ſerait fort grande; attendu que ces ſpectateurs ne peuvent aucunement apercevoir ce qui a été créé ſur les autres. Dieu aurait pu en Amérique et dans d'autres pays fort éloignés avoir créé des êtres vivants ne reſſemblant en rien à ceux d'ici; il ne l'a pourtant pas fait. Il lui a plu, il eſt vrai, d'établir une certaine diverſité de formes entre nos animaux et plantes et les organiſmes d'outre-mer, mais là auſſi les animaux ont des pattes et des ailes et à l'intérieur un coeur, des poumons, des inteſtins, des vulves, quoique toutes ces choſes euſſent pu avoir été ordonnées diverſement pour chaque eſpèce de là-bas et auſſi d'ici, par l'auteur infiniment capable. Il n'a donc pas apporté dans les choſes créées toute la variété qu'il était en ſon pouvoir d'y mettre. Il s'enſuit qu'il ne faut qas attacher à l'argument que la Nature aſpire à la nouveauté une ſi grande valeur que nous ſerions forcés par là d'admettre que l'équipement des autres Planètes doit être abſolument différent de celui que nous connaiſſons ici ſur notre Terre. Il eſt au contraire croyable que la principale différence entre les êtres engendrés à la ſurface de ces globes diſtants et les nôtres n'eſt que celle qui provient de leur diſtance du Soleil, ſupérieure ou inférieure à la nôtre, le Soleil étant pour chacun d'eux la ſource de la chaleur et de la vie. Mais par l'effet de cette différence des diſtances, il y aura chez ces êtres une diverſité de matière plutôt que de forme [25]).

Qu'il ne faut pas imaginer dans ces créatures une trop grande diſſemblance.

Conſidérons donc généralement la matière dont ſont formés les plantes et animaux

[25]) Assertion gratuite, nous semble-t-il.

Sed dicet aliquis, celerius quàm par eſt, hic nos progredi. Nam, ut non negetur res aliquas in Planetarum ſuperficie reperiri, quæ ibi creſcant & moveantur, Deoque auctore, non minus quam noſtra hæc, dignæ ſint; longè diverſam tamen earum poſſe eſſe naturam, ut nec materia, nec creſcendi more, nec extrinſeca forma, aut internis partibus, quidquam iis, quæ apud nos ſunt, ſimile habeant: ac talia ſint denique, ut nihil ejuſmodi in mentem homini venire poſſit. Hoc igitur jam quæramus quam ſit veriſimile; & an non potius credendum ſit, non tantam eſſe diverſitatem quanta exiſtimetur. Favet eorum ſententiæ, qui omnia alia illic imaginantur, quod Natura videatur varietatem plerumque, & plurimis in rebus, ſectari; quodque Conditoris potentia hoc ipſo magis declaretur. Sed cogitare debent, non eſſe homi|num arbitrio definiendum quàm magna iſta ſit varietas ac diſſimilitudo. Neque, quia poſſit eſſe immenſa, reſque illæ ab intellectu, & comprehenſione noſtra penitus remotæ, idcirco neceſſe eſſe, ut reipſa tales exiſtant. Quamvis enim ſimilia omnia iis quæ apud nos ſunt, ſinxiſſet Deus in cæteris Planetis; nihilo minor eſſet ſpectatoribus eorum, ſi qui ſunt, admiratio, quam ſi plurimum diſtarent: cum, quid in aliis effectum ſit, nullo modo poſſint cognoſcere. Potuiſſet in terris Americæ, aliiſque longè remotis, aliqua creaſſe viventia, quæ his noſtris nihil ſimile haberent; neque id fecit tamen. Nam formarum quidem diverſitatem aliquam eſſe voluit, quibus animalia herbæque noſtræ à tranſmarinis illis, diſſiderent, ſed & in his ipſis formis, inque creſcendi & generandi modis, multa utriſque convenire fecit. Habent enim & illic animalia pedes, alas; atque intus cor, pulmones, inteſtina, vulvas; cum hæc omnia in unoquoque genere illorum, ac noſtratium quoque, planè diverſa ratione ordinari potuerint, ab infinitæ ſolertiæ opifice. Non igitur omnem varietatem quam poterat in rebus creatis, earum auctor exhibuit, nec | proinde argumento illi, quod a Naturæ novandi ſtudio petitur, tantum tribuendum eſt, ut omnem, qui in cæteris Planetis eſt, ornatum ab eo, qui in Terra noſtra conſpicitur, prorſus alienum putemus. At contra credibile eſt, inter ea quæ in ſuperficie iſtorum globorum generantur, quæque apud nos ſunt, præcipuam eſſe differentiam, quæ ex majori, minorive, eorum a Sole, caloris vitæque fonte, diſtantia oriatur. Propter quam tamen magis materiam, quam formam rerum, variari neceſſe ſit[25]).

(p. 21). Non nimiam in hisce ſingendam diſſimilitudinem. (p. 22).

Ad materiam vero quod attinet qualiumcunque ſtirpium, atque animantium, quæ

qui ornent les Planètes. Quoique nous ne puissions atteindre sa nature par la pensée, il ne nous est guère possible de mettre en doute que tous ces êtres, de même que les nôtres, croissent et se nourrissent de l'élément humide. En effet, presque tous les Philosophes sont d'avis que rien ne peut être produit autrement, et quelques-uns des plus éminents d'entre eux ont dit que l'origine de toutes choses c'est l'eau. Car les choses sèches et arides sont sans mouvement; et il est évident que sans mouvement rien ne peut accéder aux corps qui puisse contribuer à leur croissance. Mais les particules des liquides se meuvent continuellement les unes par rapport aux autres et de plus s'insinuent partout avec facilité, de sorte qu'elles sont capables non seulement de se joindre elles-mêmes aux organismes croissants mais aussi de leur amener d'autres particules d'une nature diverse qu'elles charrient. C'est ainsi que par l'affluence de l'eau nous voyons d'une part croître les plantes et se parer de feuilles et de fruits, de l'autre des pierres provenir du sable par concrétion. Il est certain que les métaux et les cristaux, ainsi que les pierres précieuses, croissent de cette manière, quoique chez eux ceci ne puisse être constaté nettement à cause de la grande lenteur de leurs progrès et parce que souvent, à ce qu'il parait, ils ne sont pas trouvés dans les lieux et cavités où il sont nés, en ayant été éloignés, semble-t-il, par de fort anciennes révolutions et convulsions de la Terre. Mais ce sont aussi de vraisemblables conjectures, basées sur des observations télescopiques, qui nous font admettre que l'élément aqueux ne fait pas défaut aux Planètes. En effet, il apparaît sur la surface de Jupiter certaines bandes plus obscures que le reste du disque, et celles-ci ne conservent pas toujours la même forme, ce qui est propre aux nuages. D'autre part des taches fixes que l'on aperçoit sur son globe, sont souvent longtemps recouvertes, étant apparemment cachées par des nuages dont ensuite elles émergent de nouveau. Il a de plus été parfois remarqué que des nues se forment au milieu du disque de Jupiter, qu'il s'y trouve certaines petites taches plus lucides que le reste et ne subsistant pas longtemps, lesquelles Cassini [26]) pensait provenir de neiges entassées sur des cimes de montagnes. Il ne me paraît pas improbable, à moi, que ce soient des régions d'une terre plus blanche, généralement cachée par les nuages mais parfois libre d'eux.

Que les eaux ne manquent pas aux Planètes.

Dans Mars aussi on voit des différences de clarté et d'obscurité qui ont permis de conclure à sa conversion, par rapport au Soleil, en 24 heures et 40 minutes [27]). Mais

---

[26]) Cassini avait observé Jupiter (et d'autres planètes) avec des lunettes de Campani, longtemps avant de venir en France. Voyez la note 4 de la p. 376 qui précède où nous renvoyons aussi au T. XV.

[27]) Suivant une observation de Cassini de 1666, dont Huygens avait jadis douté; consultez la note 12 de la p. 141 du T. XV, et aussi, au sujet des lunettes de Campani, le deuxième alinéa de la p. 194 qui précède, ainsi que la p. 211.

Planetas exornant, etſi qualis ſit cogitatione aſſequi nequeamus, illud tamen vix dubitari poteſt, quin ex elemento humido, uti noſtra omnia, creſcant & alantur. Nihil enim aliter gigni poſſe omnes fere Philoſophi arbitrantur: & fuere inter præcipuos, qui ex aqua omnium rerum originem eſſe dicerent. Etenim, ſicca & arida quæ ſunt, motu carent: abſque motu vero nihil corporibus, quo augeantur, accedere poſſe manifeſtum eſt. At liquidorum particulæ, & inter ſe continue moventur, & facile ſeſe ubique inſi|nuant; quo ſit, ut non tantum ſeipſas, ſed & alias diverſæ naturæ, quas ſecum vehunt, creſcentibus apponere aptæ ſint. Ita enim, aquæ alluxu, & herbas adoleſcere, foliiſque & fructibus augeri, & lapides ex arena concreſcere cernimus. Itemque metalla & cryſtallos, gemmaſque incrementa inde capere ſatis conſtat, etſi in his obſcurius id animadvertitur, propter lentiſſimos progreſſus: quodque ſæpe non in iis, quibus enatæ ſint, locis cavitatibuſque reperiantur; pervetuſtis, ut videtur, Terræ ruinis convulſionibuſque diſjectæ. Sed aquæ elementum a Planetis non abeſſe, veriſimiles quoque conjecturæ ſuppetunt, ex teleſcopiorum obſervationibus. Apparent enim in Jove tractus quidam reliquo diſco obſcuriores, iique non eadem ſemper forma permanentes, quod nubium proprium eſt. Maculæ vero, quæ immutabiliter globo ejus inhærere conſpiciuntur, ſæpe longo tempore obtectæ manent, nubibus videlicet illis interceptæ, è quibus deinde rurſus emergant. Atque etiam nubes in medio Jovis diſco exoriri quandoque annotatum fuit, & maculas quaſdam minores exiſtere, reliquo corpore magis lucidas, neque | eas diu ſupereſſe; quas Caſſinus[26]) ex nivibus eſſe conjectabat, cacumina montium inſidentibus. Mihi non improbabile videtur, terræ regiones candidiores eſſe, ſuperfuſis nubibus plerumque occultatas, ac nonnunquam ab iis liberas.

p. 23.

Aquas a Planetis non abeſſe.

(p. 24).

Apparent, etiam in Marte, lucis & obſcuritatis diſcrimina, ex quibus converſio ejus ad Solem, viginti quatuor horis cum 40 ſcrupulis primis, abſolvi reperta eſt[27]);

on n'y a pas encore remarqué de nuages pour la raiſon que cette planète paraît beaucoup plus petite que Jupiter, même lorſqu'elle ſe rapproche de la Terre autant que poſſible; de plus la lumière de Mars eſt plus intenſive, puiſque celle-ci provient à plus courte diſtance de celle du Soleil; elle forme par conſéquent un obſtacle pour les obſervateurs. Et cette même clarté nous gène encore davantage dans la contemplation de Vénus. Mais ſi la Terre et Jupiter ont des nuages et des eaux, il peut à peine être mis en doute qu'il s'en trouve auſſi à la ſurface des autres Planètes. Je ne voudrais pourtant pas ſoutenir que ces eaux ſont abſolument ſemblables à la nôtre, quoiqu'il ſoit néceſſaire qu'elles ſoient liquides pour les fonctions qu'elles doivent exercer, et tranſparentes pour être belles. En effet, l'eau que nous avons ici ſerait conſtamment gelée en Jupiter et en Saturne, à cauſe de leur grande diſtance du Soleil. Il faut donc ſe figurer que la nature des eaux Planétaires eſt adaptée aux régions où elles ſe trouvent de ſorte qu'en Jupiter et Saturne elles ſe transforment plus difficilement en glace, tandis qu'en Vénus et Mercure elles ſe vaporiſent moins aiſément. Mais dans chaque planète il faut que le fluide attiré par le Soleil ſe condenſe de nouveau et retourne en ſon lieu pour que le Sol ne ſe deſſèche pas entièrement. Or, le fluide ne tombera pas à moins que d'être condenſé en des gouttes; ce qui lui arrivera comme chez nous après ſon aſcenſion en un lieu plus froid que celui dont il était parti, ce dernier étant plus chaud à cauſe de ſa ſituation plus baſſe, plus rapprochée du ſol.

Que celles-ci ne ſont cependant pas abſolument ſemblables à la nôtre.

Nous avons donc dans ces globes des champs expoſés aux rayons du Soleil et arroſés par des pluies ou par de la roſée; s'il y croît quelque choſe, comme nous avons dit que cela doit être le cas tant pour l'utilité que pour la parure, il eſt probable que ceci a lieu de la même manière que chez nous, puiſque le développement ne pourrait avoir lieu d'une façon beaucoup différente et en même temps meilleure; nous voulons dire qu'il s'accomplit par l'exiſtence de racines attachées au ſol et l'abſorption de l'humidité par leurs fibres. Et il me ſemble que ces terres ne feront pas ſuffiſamment parées ſi elles ne poſſèdent certaines plantes de haute ſtature conſtituant par conſéquent des arbres ou quaſi-arbres; puiſque les arbres ſont le plus grand et, aux eaux près, le ſeul ornement que la Nature puiſſe leur donner. Tout-le-monde ſe repréſente aiſément l'aménité et la grâce qu'ils peuvent porter avec eux. Pour ne rien dire de l'uſage fort général qui peut être fait de la matière dont les arbres ſont compoſés. J'eſtime en outre que les plantes ne peuvent guère ſe propager et ſe perpétuer que par la production de ſemences; pour la raiſon que ceci ſemble être le moyen preſque unique de propagation [28]), et que c'eſt d'autre part un mode ſi admirable qu'il peut ne pas avoir été inventé pour notre Terre ſeulement. Rien, finalement, ne s'oppoſe à l'idée que la Nature, de même qu'il en eſt pour les diverſes régions de cette terre-ci, faſſe uſage

Que les plantes n'y naiſſent et ne s'y developpent pas d'une autre façon que chez nous.

---

[28]) Ici Huygens s'exprime trop fortement: voyez ce qu'il dit plus loin (p. 713) sur la propagation des plantes.

nubes tamen nondum fuerunt animadversæ, idcirco quod multò minor cernitur quam Jupiter; etiam cum maximè ad Tellurem appropinquat. Præterquam quod & intensior Martis lux, utpote a propiore Sole accepta, intuentibus impedimento est. Eademque lux magis etiam obstat in Venere. Sed si Tellus ac Jupiter nubes aquasque habent, vix dubitandum est quin & in cæteris inveniantur Planetis. Nec tamen nostræ prorsus similes esse aquas istas dixerim; etsi liquidæ ut sint, ad usus quos præstare debent, requiritur; ut verò perspicuæ, ad pulchritudinem. Nostra enim hæc, in Jove & Saturno, continuo gelu astringeretur, propter magnam Solis distantiam. Itaque putandum est naturam | earum, quæ in Planetis sunt, ad suam quamque regionem attemperatam esse; ut in Jove quidem ac Saturno difficilius in glaciem vertantur, in Venere verò, ac Mercurio, minus facile in vapores abeant. In omnibus autem attractum a Sole humorem, subsidere rursus, & unde venit reverti, necesse est, ne penitus aridum Solum relinquatur. Non cadet autem nisi in guttas densatus; quod eveniet, sicuti apud nos, cum in frigidiorem locum ascenderit ex inferiore calidioreque ob terræ viciniam.

Nostræ tamen non prorsus similes.

(p. 25).

Habemus igitur in globis illis campos Solis radiis expositos, pluviisque aut rore irrigatos, in quibus si quid enascatur; ut fieri debere utilitatis & ornatus gratia diximus; id eodem quo apud nos modo fieri verisimile est: cum nec aliter fere, nec melius possit. Ut nempe radicibus suis solo adhæreat, simulque harum fibris humorem inde combibat. Neque vero satis ornatæ mihi esse terræ istæ videbuntur, nisi stirpes quasdam habeant alte excrescentes, quæque adeo arbores, aut arborum instar, fiant: quandoquidem hæ maximum, ac, præter aquas, unicum sunt ornamentum, quod Natura terris largiri possit. Quæ | quantum amœnitatis & gratiæ afferant facile unusquisque secum existimat. Ut omittam jam materiæ ex arboribus opportunissimum ad omnia usum. Porro vix aliter quoque propagari stirpes, aut perennare posse existimo, quam producendis seminibus [28]). Cum unica fere hæc ratio videatur, eademque tam mirabilis, ut non solius Telluris nostræ gratia inventa sit. Denique nihil vetat, ut, quemadmodum in diversis hujus

Nec alia ratione illic nasci & propagari stirpes quam apud nos.

(p. 26).

pour les plantes dans toutes ces contrées fort éloignées de méthodes bien ſemblables.

Que la même choſe s'applique aux animaux.

Le même raiſonnement s'applique aux animaux; il n'y a pas de raiſon pour laquelle leur mode de ſe nourrir et de ſe multiplier ſur les Planètes ne reſſemblerait pas à celle d'ici; puiſque tous les animaux de cette terre, qu'ils ſoient du genre des quadrupèdes, des oiſeaux, des nageurs, des reptiles ou même des inſectes, ſuivent une même loi de la nature. En effet, ils mangent tous ſoit des plantes et des fruits ſoit d'autres animaux qui en ont été nourris; et la génération de chacun d'eux a lieu par la conjonction du mâle et de la femelle et la fécondation des oeufs; c'eſt ce qu'on remarque partout [29]. Il eſt en tout cas certain qu'il eſt impoſſible que ſoit les plantes ſoit les animaux de là-bas perſiſtent ſans aucune propagation de leur eſpèce, puiſqu'ils devraient périr et diſparaître, ne fût-ce que par des accidents, que d'autre part les plantes, petites ou grandes, conſiſtent en une matière humide et doivent donc pouvoir ſe deſſécher; tandis que les animaux doivent être compoſés de membres mous et flexibles, non pas durs comme de la pierre; que ſi l'on imagine pour les animaux d'autres genèſes, par exemple la provenance d'arbres, comme il a été longtemps cru que de certaines eſpèces britanniques de ces derniers naiſſent des canards, il eſt bien évident que ceci eſt nettement contraire à la raiſon à cauſe de la très grande différence qui exiſte entre le bois et la chair. Ou bien ſi quelqu'un opine que des animaux proviennent de limon, comme beaucoup d'auteurs l'ont rapporté pour les ſouris d'Egypte, quel homme intelligent ne voit pas que ceci eſt contraire à leur nature? et qui ne ſerait pas d'avis qu'il convient bien plus à la grandeur et ſageſſe de Dieu d'avoir créé en une fois des animaux de toutes eſpèces et de les avoir placés ſur le globe terreſtre par un certain procédé (que nul homme n'a encore pu deviner) que de devoir ſe donner continuellement la peine d'en faire ſortir de nouveaux de la terre? D'ailleurs dans cette dernière hypothèſe le charitable ſoin de parents ferait défaut à ces êtres nouveau-nés; or, nous ſavons que pour nourrir et élever les petits, l'inſtinct du ſoin a été donné, non ſans néceſſité, à chaque eſpèce de nos animaux. Mais quoique ce qui ſe rapporte à la multiplication puiſſe néanmoins être différent, il réſulte en tout cas aſſez clairement des raiſons alléguées ci-deſſus que ſur les terres Planétaires ſe trouvent généralement tant des plantes que des animaux, bien entendu afin que les autres Planètes ne ſoient pas inférieures à la nôtre. Ceci étant accordé, il faut également conſidérer comme néceſſaire, afin que ces autres Terres ne ſoient pas moins bien parées que la nôtre, que la variété des plantes et des animaux n'y ſoit pas moindre que chez nous. Mais quelle peut être cette variété? Conſidérant pour tout genre de nos animaux leurs modes de ſe mouvoir, je vois que tout ſe réduit ſoit à marcher avec deux ou quatre pattes,

[29]) Huygens ne savait apparemment pas encore que dans la nature il existe aussi une parthenogenèse.

terræ regionibus, ita in iſtis quoque longè remotis, idem in iis quæ ad ſtirpes attinent, Natura ſecuta ſit.

Neque vero diſpar ratio eſt in animalibus; cur non & paſcendi, & generandi, modus ſimilis putetur in Planetis ei qui eſt apud nos. Quia nempe univerſa terræ hujus animalia, ſive quadrupedum generis, aut volucrum, aut natantia, aut reptilia, ipſaque inſecta, idem naturæ præſcriptum ſequuntur. Veſcuntur enim vel herbis, ſructibuſque, vel ipſis animantibus, quæ inde nutrita fuere: omniumque generatio per conjunctionem maris & fœminæ, perque fæcunditatem ovorum (nam & hæc ubique animadvertitur) peragitur[29]). Nam hoc quidem certum eſt, fieri non poſſe ut, vel herbæ, vel animantia | quæ illic ſunt, ſine propagatione generis ſui eſſe perſeverent; quia vel fortuitis caſibus interire ea ac deficere contingeret; cum herbæ ſtirpeſque humida materia conſtent, eoque etiam exareſcere debeant; animalia mollibus flexilibuſque membris, nec, ut ſilices, duris. Quod ſi in his alias naſcendi vias comminiſcamur, velut ex arboribus; quemadmodum diu creditum eſt, ex harum genere quodam in Britannia anates naſci, apparet quàm id à ratione abhorreat, propter ſummam, quæ lignum inter carneſque eſt, differentiam. Vel ſi animalia ex limo terræ exiſtere putemus, velut de muribus in Ægypto multi prodiderunt, quis, naturæ paulo intelligentior, non videt hoc alienum eſſe inſtitutis ejus? aut quis non exiſtimet multò magis convenire Dei magnitudini ac ſapientiæ, ut ſemel omnis generis animantia creaverit, inque Terrarum orbem certo modo, (quem nemo hominum adhuc divinare potuit) impoſuerit, quam ut perpetuo novis ex terra producendis vacare neceſſe habeat? Quibus alendis, educandiſque, abeſſet quoque prorſus parentum cura ac charitas, quam neceſſaria quadam ratione, omni animalium noſtrorum generi, | inſitam, ingenitamque novimus. Sed hæc quæ ad propagationem attinent, etſi fortaſſe aliter ſeſe habeant, hoc tamen rationibus ſuperius adductis ſatis probatum eſt, & ſtirpes & animalia in Planetarum terris inveniri, ne ſcilicet ſint hac noſtra viliores. Quod cum ita ſit, tum quoque, ne minus, quam noſtra Tellus, iſtæ aliæ ornatæ ſint, neceſſe eſt, ut non minor ſit, in utroque genere illo, quàm apud nos varietas. Quænam vero hæc eſſe poteſt? Equidem cum, in omni animantium noſtrorum genere, cogito quibus modis moveantur; omnia video eo reduci, ut vel pe-

Idem & de animalibus verum eſſe.

(p. 27).

(p. 28).

avec six ou même des centaines de pattes dans le cas des insectes, soit à voler dans l'air, par la force et la structure, l'une et l'autre si admirables, des ailes; soit à ramper sans pattes; soit à s'ouvrir une voie dans l'eau par des flexions véhémentes du corps ou encore par des membranes attachées aux pattes. Outre ces modes connus de se mouvoir il ne semble guère y en avoir d'autres imaginables.

Les animaux Planétaires feront donc usage de quelqu'un de ces modes ou bien aussi, du moins certains d'entre eux, de plusieurs de ces modes; de même que chez nous les oiseaux amphibies marchent avec leurs pattes et de plus nagent dans l'eau et volent dans l'air, et que les crocodiles et hippopotames occupent une place intermédiaire entre les genres terrestre et aquatique. Aucune autre manière de vivre, outre celles-ci, ne semble pouvoir être imaginée. Car quel autre milieu pourrait-ce être où vivraient des animaux que la terre solide ou bien un Elément liquide tel que notre eau, ou beaucoup plus liquide encore tel que l'air, ou du moins des milieux assez semblables? L'air pourrait sans doute y être beaucoup plus dense et plus pesant que chez nous et par là plus accommodé au vol, sans être moins transparent. Il pourrait aussi y avoir des couches superposées de différents liquides. Comme si, au dessus de la mer, on se figurerait une autre matière dix fois plus légère que l'eau et cent fois plus lourde que l'air, terminée en haut par sa surface à elle, de telle manière toutefois que des parties solides de terre en émergeassent. Il n'y a pas de raison pour laquelle nous devrions croire qu'une plus grande quantité de milieux de ce genre serait présente sur les autres Planètes que sur la nôtre; s'ils s'y trouvaient en abondance les animaux ne pourraient néanmoins s'y mouvoir que suivant les modes dont il était question plus haut. Mais quant aux formes planétaires des animaux, si l'on a égard à leur grande et merveilleuse diversité dans les différentes régions de la terre, et au fait qu'en Amérique on trouve ce qui est vainement cherché ailleurs, il y a beaucoup de raisons pour nous considérer comme incapables d'en deviner aucune. Toutefois en songeant à tous les modes de locomotion ici rapportés, on peut dire qu'il ne serait pas étonnant si quelque animal de là ne differât de quelque animal d'ici qu'autant que nos animaux diffèrent entr'eux. Je parle de ceux qui se ressemblent le moins.

Nous entendrons en effet le mieux la diversité des espèces Planétaires en ayant égard à l'admirable variété de formes des nôtres. Il est extrêmement vraisemblable qu'elles ne se montreraient pas moins nombreuses à nos yeux si quelqu'un de nous était mis en état de contempler de près le globe de Jupiter ou de Vénus.

Parcourons (car il serait trop long de nous étendre sur chacune d'elles) les principales différences entre nos animaux, se faisant jour soit dans leur forme soit dans quelque propriété singulière; et cela pour les animaux terrestres, aquatiques et volatiles. Considérons combien grande est la dissemblance entre le cheval, l'éléphant, le lion, le cerf, le chameau, le porc, le singe, le porc-épic, la tortue, le caméléon; pour les animaux aquatiques entre la baleine et le phoque, la raie, le brochet, l'anguille, la seiche, le polype, le crocodile, le poisson volant, le gymnote, l'écrevisse, l'huître, le pourprier; pour les oiseaux entre l'aigle, l'autruche, le paon, le cygne, l'hibou, la chauve-

Qu'il existe une fort grande variété chez nos animaux.

dibus ingrediantur binis, quaternisve; insecta senis, vel etiam centenis; vel ut in aere volent, alarum mirabili vi & moderamine; vel sine pedibus reptent; vel flexu corporum vehementi, aut etiam pedum percussu, in aqua sibi viam aperiant. Præter hos incedendi modos, vix videtur alius dari, aut omnino mente concipi posse. Ergo quæ in Planetis extant animantia, uno aliquo ex his utentur; aut quædam pluribus etiam, quemadmodum apud nos aves amphibiæ; quæ & pedibus incedunt, & natant in aquis, & in aere volitant: & crocodili & hippopotami, inter | terrestria, & aquatica, medii generis. (p. 29).
Nulla autem præter hasce vita cogitari posse videtur. Quid enim esse possit, in quo animantia existant, præter tellurem solidam, aut Elementum liquidum, quale aquæ nostræ, aut multo liquidius, quale aer; aut illis similia. Posset enim esse aer multò, quàm apud nos densior, graviorque; eoque ad volandum accommodatior, neque tamen minus perspicuus. Possent etiam liquidorum plura genera, alia aliis superinducta esse. Velut si, super mare, incumbere cogitetur alia quæpiam materia, quæ decuplo levior sit aqua, centuplo gravior aëre; ac sua quidem superficie extrinsecus terminata, sed ut extra eam, terræ partes solidæ emineant. Sed non est, cur plura hujusmodi in cæteris Planetis, quàm in nostro, inveniri putemus, & si inveniantur, non tamen aliis modis ibi animalia moveri poterunt. Cæterùm quod ad varias eorum formas attinet; cum videamus in variis terræ regionibus miram adeo ac multiplicem diversitatem; invenirique in America quæ frustra alibi quæras; magna ratio est ut nullam earum formarum, quæ in Planetis exstant, imaginando assequi nos posse credamus. | Quan- (p. 30).
quam si omnes istos movendi modos cogitemus, quos hic recensui, nihil mirum esset non magis differre aliquod istorum animalium, à nostrate quopiam, quàm nostra discrepant inter se. Ea dico quibus minimum est similitudinis.

Quam varia porro sint genera eorum in Planetis ita optimè colligemus, si ad ea quæ apud nos sunt, miramque in iis formarum diversitatem, animum advertamus. Planè enim verisimile est, non minori numero occursuras, si quis ad Jovis, aut Veneris globum cominus spectandum admitteretur. Percurramus verò (nam de omnibus dicere longum esset) majores nostrorum animalium differentias, vel formâ, vel proprietate aliqua singulari notabiles; idque in terrestribus, aquatilibus, volucribus. Cogitemus quæ sit inter equum, elephantum, leonem, cervum, camelum, porcum, simiam, histricum, testudinem, chamæleontem, dissimilitudo; quanta in aquaticis, cetum inter & phocam, raiam, lucium, anguillam, sepiam, polypum, crocodilum, piscem volantem, torpedinem, cancrum, ostream, muricem. In avium genere quan|tum discrimen, aquilæ, (p. 31).
struthiocameli, pavonis, cygni, noctuæ, vespertilionis. Reptilia pro uno tantum genere

Summam animalium apud nos varietatem esse.

fouris. Prenons les reptiles pour une famille unique. Mais jetons les yeux chez les infectes fur les fourmis, les araignées, les mouches, les papillons, et ayons égard à cette merveille de la nature que des animaux volatiles fortent de vers. Or, nous favons de plus combien grand eft pour chacun de ces groupes le nombre de ceux qui préfentent de moindres différences.

Et une tout auffi grande chez ceux des Planètes.

Mais quelque grand qu'il foit, il faut croire qu'il n'y a pas moins de créatures différentes dans chacune des autres Planètes. Quoique toute conjecture fur leurs formes foit vaine, nous avons cependant déjà obtenu quelques réfultats généraux fur leur manière de vivre; quant à leurs fens, nous en parlerons tantôt.

Que la même remarque s'applique aux plantes.

Nous pourrions fignaler, de même que nous l'avons fait pour les animaux, les principales diverfités entre nos différentes plantes baffes et nos différents arbres. Par exemple celles qui exiftent entre le fapin, le chêne, le palmier, le cep, la figue, l'arbre qui produit les noix de Coco, l'arbre Indien des branches duquel proviennent en maffe de nouvelles racines qui s'enterrent. De même, chez les plantes baffes, la graminée, le pavot, le chou, la lierre, les melons, la figue Indienne où des feuilles épaiffes fuccèdent à d'autres fans qu'il y ait un tronc, l'aloès. Et dans chacun des groupes exifte l'abondance qu'on connaît des plantes qui préfentent quelque moindre différence entre elles. Qu'on confidère auffi leurs divers modes de propagation, comme par les femences, les noyaux, les boutures, les greffons, les bulbes: il faut admettre pour tout ceci une variété ni moins grande ni moins admirable dans le cas des terres Planétaires.

Qu'il exifte fur les Planetes des etres qui ufent de raifon.

Mais il me femble ne pas encore avoir touché ce qui dans cet examen eft le principal et le plus intéreffant auffi longtemps que je n'ai pas placé dans ces terres des fpectateurs capables de jouir de tant de chofes créées et d'en admirer la beauté et la variété. Or, j'obferve que perfonne, ou prefque perfonne, qui en eft venu à méditer fur ces fujets, ne fût-ce que fuperficiellement, a révoqué en doute la néceffité de fe figurer certains fpectateurs Planétaires, non certes des hommes femblables à nous, mais cependant des êtres vivants ufant de raifon. Il leur a femblé que la parure de ces terres lointaines, quelle qu'elle foit, aurait été pour ainfi dire créée en vain, fans aucun but ou propos, s'il n'y avait pas eu ce deffein qu'elle ferait contemplée par quelqu'un qui pourrait faire état de fon élégance, en retirer les fruits, et admirer la fageffe du fouverain architecte. Quant à moi, ce n'eft pas là le principal argument qui me perfuade de l'exiftence d'habitants raifonnables des Planètes. En effet, ne pourrions-nous pas dire que Dieu lui-même eft le fpectateur de fes créations — d'une autre façon fans doute que nous; mais qui doutera qu'il voit, celui qui a fabriqué les yeux? 30) —

30) Ceci est, peut-on dire, une citation du Psaume 94 (vs. 9) de l'Ancien Testament: „Celui qui plante l'oreille n'entendra-t-il pas? Celui qui forme l'oeil ne verra-t-il pas?" Voyez sur la construction de l'oeil la p. 721 qui suit.

censeamus. At in insectis formicas spectemus, araneos, muscas, papiliones; & miram horum naturam, quod ex vermibus volatilia evadant. In omnibus vero his, scimus quàm magnus præterea sit numerus minus dissidentium.

At quantuscunque sit, nihilo minorem esse in unoquoque reliquorum Planetarum putandum est. Quamvis vero de figura istorum animalium frustra per conjecturas quæratur, tamen de vita eorum generatim jam aliquid assecuti videmur; & de sensibus erit in sequentibus quod dicamus. Nec minorem in Planetis.

Sicuti verò animantium, ita stirpium quoque & arborum nostrarum præcipuæ differentiæ expendi possunt. Velut quæ in abiete, quercu, palma, vite, ficu; tum ea quæ nuces, Cocos dictas, generat arbore; itemque alia apud Indos, è cujus ramis radices novæ pullulant, inque terram demittuntur. Item, in herbis, gramen, papaver, brassica, hedera, pepones, ficus Indica foliis crassis, sine caule, succrescentibus, aloë. In quibus rursus ea quam scimus, minus dissimilium est copia. Ad hæc propagandi viæ variæ inspiciantur; velut ex seminibus, nucleis, taleis, insitione, bulbis. Quibus omnibus nihilo pauciora, aut minus miranda, in Planetarum terris reperiri, existimandum sit. Idem in stirpibus locum habere. (p. 32).

Sed quod in hac disquisitione præcipuum est, plurimamque jucunditatem habet, nondum attigisse mihi videor; quamdiu nullos in terris illis spectatores posui, qui tot rebus creatis fruantur, pulchritudinemque, & varietatem earum, admirentur. Et video quidem, neminem fere eorum, quibus vel leviter hæc meditari contigit, dubitasse quin spectatores aliqui in Planetis collocandi sint: non quidem homines nobis similes, sed animantia tamen ratione utentia. Nempe iis visum est, qualemcunque terrarum istarum ornatum, velut frustra, nulloque fine aut consilio, fore procreatum, si non hoc propositum fuisset, ut ab aliquo cerneretur, qui intelligere ejus elegantiam posset, fructumque simul percipere, & summi opificis admirari sapientiam. Ego vero non hoc præcipuum argumentum habeo, cur animal rationis particeps Planetas incolere existimem.| Quid si enim dicamus ipsum Deum spectare quæ efficit; (alia quidem ratione quam nos, sed videre eum quis dubitet qui oculos fabricatus est[30])?) iisque delectari, neque In Planetis esse animantia, quæ ratione utantur. (p. 33).

qu'il en tire, lui de la jouiſſance et qu'il ne faut rien de plus? N'a-t-il pas créé pour ce but tant les hommes eux-mêmes que plus généralement l'univers et tout ce qu'il contient? Ce qui me pouſſe ſurtout à croire à l'exiſtence d'êtres Planétaires raiſonnables, c'eſt donc autre choſe: ſavoir que notre Terre aurait un trop grand avantage et une trop grande nobleſſe par rapport aux autres Planètes ſi elle poſſédait ſeule un animal qui ſurpaſſe de ſi loin tous les autres, pour ne rien dire de ſa ſupériorité par rapport aux plantes; animal dans lequel il y a quelque choſe de divin [31]) par lequel il prend connaiſſance d'innombrables choſes, les entend et les fixe dans ſa mémoire, recherche la vérité et s'en fait juge; tel auſſi que tout ce que la terre produit ſemble avoir été apprêté pour lui. En effet, il fait uſage de tout. Il conſtruit des maiſons avec le Bois, la pierre et le métal; il mange les oiſeaux, les poiſſons, le bétail et les herbes; il prend avantage de l'Eau et des vents pour naviguer; il jouit de l'odeur des fleurs et de leurs belles couleurs. S'il n'exiſte aucun animal de ce genre ſur les Planètes, que pourrait il y avoir d'auſſi valuable par lequel ce défaut ſerait compenſé? Suppoſons en Jupiter une beaucoup plus grande variété d'animaux, plus d'arbres, d'herbes, de métaux: rien dans tout ceci ne conférera à ce monde une dignité pareille à celle que poſſède le nôtre par l'admirable nature de l'eſprit humain. Si mon jugement me trompe en cette rencontre, j'avoue être incapable d'eſtimer la valeur des choſes.

Que les vices des hommes ne font pas obſtacle à ce qu'ils ſervent de décor à la terre.

Et que perſonne ne diſe qu'il exiſte dans ce même genre humain tant de maux et de vices qu'on peut bien mettre en doute ſi, en attribuant un animal de ce genre aux mondes Planétaires, il en réſultera pour elles de la dignité et du décor, ou bien tout le contraire. D'abord, diſons-nous, les vices de la plupart des hommes n'empêchent pas que ceux qui s'appliquent à la vertu et au droit uſage de la raiſon ne doivent être conſidérés comme quelque choſe de fort beau et excellent. D'autre part il eſt permis de croire que ces vices de l'âme auſſi n'ont pas été donnés à l'homme ſans la volonté de l'être ſouverainement ſage. En effet, comme par la volonté et la providence de Dieu la Terre et ſes habitants ſont tels que nous les voyons; car il ſerait abſurde de penſer que toutes les choſes d'ici ſe ſont développées autrement qu'il ne l'avait voulu et prévu; il faut, diſ-je, admettre qu'une ſi grande diverſité d'âmes n'a pas été donnée aux mortels ſans raiſon, mais que le mélange de ce qui eſt méchant ou mauvais avec ce qui eſt bon, et les infortunes, guerres et calamités qui en réſultent, ſe produiſent dans ce but que les eſprits ſoient tenus en alerte, la néceſſité nous forçant à être actifs et à nous exercer à rechercher des moyens de défenſe contre nos ennemis ainſi qu'à nous demander avec quelles machines et quels projectiles nous pourrons les attaquer. La même néceſſité nous oblige, en cherchant à combattre la pauvreté et la miſère, à inventer divers arts et à ſcruter la nature, par la connaiſſance de laquelle nous nous

[31]) Comparez la p. 663 de notre Avertiſſement, ainſi que la première ligne de la p. 366 qui précède.

præterea quidquam requiri. Nonne enim ob hoc ipsum & homines condidit, & quicquid continet mundus universus? Itaque quod præcipue me movet, ut rationabile animal in Planetis non deesse credam, hoc est, quod nimia Terræ nostræ præ cæteris illis esset præstantia ac nobilitas, si sola animal haberet tam longe cæteris omnibus animalibus, nedum stirpibus præcellens; in quo inest divinum quiddam[31]), quo cognoscit, intelligit, res innumeras memoria complectitur, veri expendendi judicandique capax est; cujus denique gratia quicquid terra progenerat paratum esse videtur. Omnia enim in usus suos vertit. Lignis, lapidibus, metallis, domos exstruit; Avibus, piscibus, pecore & herbis vescitur; Aquæ & ventorum commodis ad navigandum utitur; ex florum odore pulchrisque coloribus voluptatem percipit. Si nullum in Planetis est ejusmodi animal, quid esse queat, quod tanti æstimandum sit, quove is defectus pensetur? Pone in Jove majorem multo ani|mantium varietatem; plures arbores, herbas, metalla: nihil erit in omnibus his, ob quæ tantum dignitatis accedat isti mundo, ac nostro propter humani ingenii mirabilem naturam. Hic si me judicium fallit, fateor me pretia rerum æstimare nescire. (p. 34).

Non obstare hominum vitia quo minus decorem terræ concilient.

Nec dicat aliquis, tantum malorum ac vitiorum eidem humano generi inesse, ut merito dubitari possit, an, tale quodpiam animal Planetariis mundis tribuendo, dignitas iis ornamentumque, an his contraria accessura sint. Primum namque non impediunt vitia, majori hominum parti insita, quin ii qui virtutem, ac rectum rationis usum sectantur, tanquam pulcherrimum quid præstantissimumque censendi sint. Præterea credibile est, ipsa illa animi vitia, magnæ hominum parti, non sine summo consilio data esse. Cum enim Dei voluntate ac providentia talis sit Tellus, ejusque incolæ, quales cernimus; absurdum enim foret existimare omnia hæc alia facta esse, quam ille voluerit, sciveritque futura; putandum est utique non frustra multiplicem adeo animorum diversitatem mortalibus esse insitam; sed malorum cum bonis misturam, quæque inde eveniunt | infortunia, bella, calamitates, eo fine accedere, ut necessitate urgente stimulosque admoventе, ingenia excitentur, exerceanturque, dum quærimus ea quibus ab hostibus nos tutemur, quibusve machinis telisque eos persequamur: Utque paupertatem ac miseriam depellere conantes, varias artes exquiramus, naturamque scrutemur, ex cujus cognitione deinde auctoris potentiam prudentiamque admirari necesse sit; (p. 35).

voyons ensuite forcés d'admirer la puissance et l'intelligence de son auteur, auxquelles sans cela nous aurions peut-être, dans notre ignorance, été aussi indifférents que les bêtes. Car il ne faut pas tirer en doute que si les hommes étaient dans une paix continuelle et dans une continuelle abondance, il serait possible qu'ils ne vécussent que comme les brutes ou peu s'en faut, dénués de toute science et ignorant la plupart des commodités par lesquelles la vie se fait meilleure et plus agréable. L'admirable art d'écrire nous ferait défaut si la nécessité la plus stringente, tant dans les commerces que dans les guerres, ne nous eût poussés à l'inventer. C'est à elle que nous devons l'art de naviguer, celui de semer, ainsi que la plupart des autres inventions dont nous jouissons; et de même la connaissance de tous les secrets de la nature trouvés par voie expérimentale. Il faut en conclure que les choses mêmes qui ont porté à critiquer la nature imparfaite en apparence de la raison peuvent être dites être de grand avantage pour la talonner et la parfaire. Les vertus elles-mêmes, le courage et la constance, ne peuvent guère apparaitre que dans les dangers et l'adversité.

Supposé que sur les autres Planètes il existe un genre d'animaux raisonnables doués à peu près des mêmes vertus et des mêmes vices que les hommes, celui-ci doit donc être considéré comme un élément de tant de valeur que sans lui elles seraient de beaucoup inférieures à notre Terre.

Et que chez les habitants des Planètes la raison n'est pas fort differente de la notre.

Mais après avoir posé l'existence d'habitants raisonnables des Planètes, on peut encore se demander si ce que nous appelons raison chez eux est la même chose que ce qu'ici nous désignons par ce terme. Il semble bien qu'il faille répondre qu'oui, en ajoutant qu'il ne peut guère en être autrement, soit que nous considérions l'usage de la raison dans ce qui appartient aux moeurs et à l'équité, soit ce même usage dans ce qui regarde les principes et fondements des sciences. C'est en effet chez nous la raison qui nous inculque les sentiments de la justice, de l'honnêteté, de la louange et de la gloire, de la clémence, de la gratitude, et qui généralement nous apprend à distinguer le mal d'avec le bien; c'est elle qui rend notre esprit capable de discipline et d'inventions multiples. Pourrait-il exister ailleurs une raison différente? Tiendrait-on pour injuste ou criminel en Jupiter ou en Mars ce qui chez nous est jugé juste et louable? Certes ceci n'est ni vraisemblable ni même possible. En effet, comme — nous le constatons ici — le régiment de la raison est nécessaire pour conserver la vie et la société (or, nous ferons voir que cette dernière aussi existe chez les planéticoles), il s'ensuit qu'en statuant ce qui est contraire à ses décrets, il en résulterait la ruine et subversion de ceux qui seraient doués d'une mentalité si perverse. Mais la conservation, nous le voyons, a été partout le but que l'auteur des choses s'est proposé. Et bien que les affections de l'âme puissent chez les habitants de ces contrées éloignées être quelque différentes de celles que nous éprouvons, par exemple dans ce qui a trait à l'amitié, à la colère, à la haine, à l'honnêteté, à la pudeur, au sentiment du convenable, on ne peut cependant tirer en doute que dans la recherche de la vérité, dans la logique et surtout dans les jugements qui se rapportent à la quantité et à la grandeur, ce dont s'occupe la Géométrie (s'ils ont quelque chose de tel, ce que nous examinerons un

quas forſan alias pari ſtupore ac beſtiæ præteriiſſemus. Nec enim dubitandum eſt, ſi in continua pace, omniumque rerum aſſluentia homines ætatem agerent, fieri poſſe ut admodum diu, non aliter fere quam bruta animalia, victuri ſint; omnis ſcientiæ expertes, pluriumque commodorum ignari, quibus melius jucundiuſque vita tranſigitur. Careremus mirifica illa ſcribendi arte, niſi ſumma in commerciis belliſque neceſſitas eam extudiſſet. Huic artem navigandi, huic ſerendi debemus, maximamque partem cæterorum quibus fruimur inventorum; itemque naturæ arcana fere omnia, inter experiendum reperta. Ita ea ipſa propter quæ incuſanda rationis facultas videbatur, poſſunt dici ad perficiendam exacuendamque eam plurimum prodeſſe. Nam & virtutes ipſæ, fortitudo animi, & conſtantia, vix aliter quam in periculis rebuſque adverſis apparere poſſunt. (p. 36.)

Quod ſi igitur genus animalium rationabile in cæteris Planetis eſſe cogitemus, quod virtutibus vitiiſque fere iiſdem atque homines præditum ſit, id tanti eſſe exiſtimandum eſt, ut, abſque iis, longè quàm Tellus hæc noſtra viliores ſuturi ſint.

Nec rationem in Planetarum incolis a noſtra diverſam eſſe.

Poſitis vero ejuſmodi Planetarum incolis ratione utentibus, quæri adhuc poteſt, anne idem illic, atque apud nos, ſit hoc quod rationem vocamus. Quod quidem ita eſſe omnino dicendum videtur, neque aliter fieri poſſe; ſive uſum rationis in his conſideremus quæ ad mores & æquitatem pertinent, ſive in iis quæ ſpectant ad principia & fundamenta ſcientiarum. Etenim ratio apud nos eſt, quæ ſenſum juſtitiæ, honeſti, laudis, clementiæ, gratitudinis ingenerat, mala ac bona in univerſum diſcernere docet: quæque ad hæc animum diſciplinæ, multorumque inventorum capacem reddit. Exſtaretne alibi diverſa ab hac ratio? cenſereturque injuſtum aut ſceleſtum in Jove aut Marte, quod apud nos juſtum ac præclarum habetur? Certè nec veriſimile eſt, nec omnino poſſibile. (p. 37.) Cum enim rationis, qualem hic agnoſcimus, ductu opus ſit ad tuendam vitam ac ſocietatem (nam & hanc apud Planeticolas reperiri oſtendemus) ſi contraria ejus decretis ſtatuantur, ſequetur ruina ac ſubverſio eorum, quibus ejuſmodi mens perverſa contigiſſet. At conſervatio, ut videmus, rerum conditori ubique propoſita eſt. Verum ut ut affectiones animi à nobis aliquatenus diverſæ ſint apud iſtos longinquarum terrarum habitatores, puta in his quæ ad amicitiam, iram, odium, honeſtatem, verecundiam, decorem attinent; non tamen dubitari poteſt, quin in veri inveſtigandi ſtudio, judicandis rationum conſequentiis, ac præſertim in ratiociniis, quæ ad quantitatem ac magnitudinem ſpectant, circa quæ Geometria verſatur, (ſi quid

peu plus loin), on ne peut, dis-je, tirer en doute que leur raison ne soit entièrement semblable à la nôtre et ne suive la même voie; que ce qui est vrai pour nous ne le soit aussi dans les autres Planètes [32]). Quoique dans ces matières une perspicacité ou aptitude supérieure ou inférieure à la nôtre puisse être échue à leurs habitants.

Mais je sens m'être aventuré trop loin: il fallait d'abord instituer un examen sur les sens corporels des Planéticoles. S'ils en étaient destitués ils ne pourraient guère être censés avoir une vie comparable à celle des animaux ou posséder les organes permettant l'exercice de la raison. Or, je pense qu'on peut faire voir par une argumentation probable, que tant leurs animaux brutes que leurs êtres raisonnables s'accordent en ce qui concerne les sens avec ceux qui habitent cette terre-ci. Si nous nous représentons d'abord ce qui constitue chez les animaux la faculté de voir, sans laquelle ils ne pourraient pas même paître ni éviter les dangers ni avoir une autre vie que celle des taupes ou des vers de terre, nous comprendrons que nécessairement là où il existe des animaux supérieurs à ces derniers, ils doivent, là-bas aussi, être munis d'yeux, puisque rien n'est de la même importance pour conserver ou embellir la vie. Ayant égard à la merveilleuse nature de la lumière et à l'admirable artifice des yeux construits pour en tirer partie, nous saisirons aisément que la perception d'objets fort éloignés avec la compréhension de leurs formes et la différentiation des distances ne peuvent être obtenues autrement que par des yeux. En effet, tant ce sens-ci que tous les autres à nous connus ne peuvent exister que grâce à un mouvement venant du dehors. Dans le cas de la vue ce mouvement, comme nous l'avons expliqué ailleurs, part du Soleil ou des étoiles fixes, ou bien du feu, dont les particules agitées d'un mouvement fort rapide poussent et choquent continuellement la matière céleste environnante, impulsion qui se communique avec une très grande vitesse des particules proches à d'autres fort éloignées, à peu près de la même manière que le son se propage par l'air. Sans ce mouvement, sans la matière éthérée qui remplit les espaces célestes intermédiaires, nous ne pourrions voir ni le Soleil ni les étoiles ni même d'autres objets plus rapprochés, puisque c'est ce mouvement qui, réfléchi par eux, doit nous parvenir: ce mouvement, aperçu par le sens de la vue, constitue ce que nous appelons la lumière [33]). Dans ce sens il y a surtout ceci d'admirable que par la méthode de la construction il a pu être rendu assez fin pour être affecté par la moindre petite commotion de la matière céleste et reconnaître en même temps d'où elle provient. Il est également merveilleux que les innombrables traînées de secousses de ce genre ne se gênent en rien, que les

Que les sens ne leur font pas defaut.

Ni la vue.

[32]) Comparez (p. 531 qui précède) ce que Huygens disait dans un traité antérieur sur la valeur universelle de la géométrie euclidienne et plus généralement sur le caractère nécessairement uniforme, à son avis, des sciences mathématiques en général pour les habitants de toutes les planètes de l'univers.

[33]) Voyez le „Traité de la Lumière" dans le T. XIX.

habent ejusmodi, quod mox inquiremus) non, inquam, dubitari potest, quin prorsus similis sit, eademque via ingrediatur illorum ac nostra ratio; quodque apud nos verum est, idem sit in cæteris Planetis[32]). Etsi vis ac facultas in his rebus major minorve illorum incolis fortasse quam nobis contigerit.

Sed jam nimis longè provectum me esse sentio. Ante enim dispiciendum erat de sensibus corporeis istorum in Planetis agentium, quibus si carerent, vix jam aut vitam, ut animalia, sortiti esse videri possint, aut habere, in quo rationis usum exerceant. Puto autem ostendi posse probabilibus argumentis & bruta animantia, & quibus ratio inest, convenire, in his quæ ad sensus attinent, cum iis quæ terram hanc incolunt. Primùm namque si cogitemus quid sit in animalibus videndi potestas, absque qua neque pascendi ratio esset, nec pericula vitandi; nec denique vita alia quam talparum aut lumbricorum; prorsus necesse esse intelligemus ut, ubi sunt animalia his præstantiora, ibi & visu prædita sint. Cum nihil ad vitam vel conservandam, vel exornandam æque conducat. Quod si vero inspiciamus mirabilem lucis naturam, stupendumque artificium, quo ad eam fruendam oculi comparati sunt, facile cognoscemus, perceptionem rerum procul distantium, cum circumscriptione formarum, discrimen intervallorum, non alio modo, quam qui ex visu sit, institui posse. Non enim potest hic sensus, imo nec alius quisquam eorum quos novimus, existere, quam ex motu extrinsecus adveniente. Qui motus, ut alibi explicuimus, in efficiendo visu, à Sole proficiscitur, aut stellis inerrantibus, aut igne; quorum particulæ celerrima agitatione concitæ, circumfusam cælestem materiam continue pulsant, impelluntque; qui impulsus a proximis ad longe dissitas citissime propagetur, fere eo modo quo sonus per aerem. Absque hoc motu, materiaque ætheris qui intermedia cæli spatia complet, nec Solem nec stellas cernere possemus; neque etiam alia quæ propiora sunt corpora; cum ab his ad nos idem ille motus repercussus pervenire debeat. Hic, oculorum sensu perceptus, lux appellatur[33]). Inque eo sensu mirabile est ante omnia, quo pacto ad tantam subtilitatem perduci potuerit, ut minimâ cælestis materiæ commotiunculâ afficeretur, simulque qua ex parte illa oriretur perciperet. Tum quomodo nihil sese mutuo impediant innumeri ejusmodi pulsuum processus, sphæricæque superficies, aliæ alias trajicientes. Hæc omnia tam

(p. 38).

Nec deesse illis sensus.

Nec visum.

(p. 39).

innombrables surfaces sphériques se traversent les unes les autres. Tout ceci a été arrangé d'une manière si admirable et si subtile que des intelligences humaines auraient été incapables d'en inventer la moindre partie, et qu'elles suffisent à peine pour comprendre cet agencement. Car que pourrait-il y avoir de plus étonnant que le fait qu'une petite partie du corps a été fabriquée de telle façon qu'à son aide l'animal aperçoit la figure, la position, le mouvement quelconque, la distance d'objets éloignés, et cela avec la variété des couleurs qui lui permet de les distinguer encore mieux. La construction hautement ingénieuse de l'oeil capable de produire sur la surface concave de la choroïde une parfaite image des choses extérieures, passe les bornes de notre admiration: il n'y a rien où Dieu a plus manifestement exercé l'art de la Géométrie [34]). Et tout ceci n'a pas seulement été inventé et fabriqué avec une industrie suprême, mais en en faisant un examen détaillé on se persuade que cette construction n'aurait pas pu avoir été autre qu'elle n'est: on voit que d'une part la lumière ne pourrait offrir à nos sens les objets distants que par la communication d'un mouvement agitant la matière céleste, et que d'autre part il n'existe aucun artifice autre que l'oeil capable de nous en présenter des images si distinctes. Je suis donc d'avis que toute personne est dans l'erreur qui ose soutenir que ces mêmes choses eussent pu avoir été ordonnées d'un grand nombre d'autres façons. C'est pourquoi il est absolument croyable que ceci se trouve dans les régions Planétaires tout comme ici, que pour les animaux qui vivent là-bas, la manière de voir est exactement la même. Ils auront donc des yeux, deux au moins, afin de pouvoir percevoir les distances des objets qui se trouvent devant leurs pieds, sans quoi on ne peut guère marcher avec assurance. Ceci s'applique à la grande majorité des animaux Planétaires lesquels dans leurs vies ont besoin de ces organes. Quant à ceux d'entre eux qui sont doués de raison et d'intelligence, plus ils peuvent tirer profit de la vue, plus aussi est-il certain qu'ils ont été dotés de ce sens magnifique. En effet, nous percevons, nous, la beauté des couleurs, l'élégance des formes, l'harmonie des choses; nous lisons, nous écrivons, nous contemplons le ciel et les astres, nous mesurons leurs orbites et leurs distances; or, l'on verra un peu plus bas jusqu'à quel point ceci s'applique aussi aux Planéticoles.

Ni l'ouïe.

Bornons-nous pour le moment à rechercher s'il est vraisemblable que nos autres sens leur soient aussi tombés en partage. Quant à l'ouïe, beaucoup de raisons nous poussent à croire qu'elle existe chez tous les animaux de là-bas. En effet, l'ouïe est de grande utilité pour sauvegarder la vie de dangers, attendu que c'est souvent par le son et le fracas qu'un malheur imminent est reconnu, surtout la nuit et dans les ténèbres lorsque le secours des yeux fait défaut. Nous voyons aussi que plusieurs animaux appellent leurs semblables en se servant de leurs voix, qu'ils se communiquent par elles

34) Comparez les p. 797—799 du T. XIII.

mira ac fubtili ratione conftituta funt, ut nec minimam eorum partem hominum ingenia excogitare potuiffent, cum vix etiam quomodo fefe habeant comprehendere (p. 40). queant. Quid enim tam mirabile, quam particulam corporis quandam ita fabricatam effe, ut ejus opera animal fentiat procul pofitorum corporum figuram, pofitum, motum quemlibet, diftantiam; idque etiam cum colorum varietate, quo diftinctius ea dignofceret. Oculi vero præter hæc artificiofiffima conftructio, quæ perfectam rerum extra pofitarum picturam in cava choroidis fuperficie imprimere apta eft, omnem profecto admirationem fuperat, neque eft in quo manifeftius Geometriæ artem Deus exercuerit [35]). Atque hæc non tantum folertia fumma inventa & fabricata funt, fed & videntur effe ejufmodi, fi quis propius attendat, ut non alia ratione perfici potuerint quàm hac quam cernimus. Nam neque lux aliter, quàm communicato motu per materiam cæleftem, res longo intervallo remotas fenfibus noftris offerre poterat: nec oculorum artificio ullum aliud par dari ad diftinctè referendas rerum imagines. Ut valde eos falli arbitrer, fiqui hæc eadem multis modis ordinari potuiffe contendere audeant. Quare omnino credibile eft utrumque iftud eodem modo fe habere in Planetarum regionibus atque hic; neque aliam effe iis, quæ illic habitant animantibus, (p. 41). videndi rationem. Habebunt igitur oculos; atque etiam binos minimum, quò poffint rerum ante pedes pofitarum diftantias percipere, fine quo vix tutò ingredi licet. Et hæc quidem ad vitæ ufum neceffariò tribuenda funt animantibus Planetarum univerfis fere. Quæ vero ratione & mente prædita funt, cum alias quoque ex vifu utilitates capere poffint, tantò magis confentaneum eft ut tam præclaro munere donata fint. Nos enim colorum pulchritudinem, formarum elegantiam, ac concinnitatem vifu percipimus; legimus, fcribimus, cælum & aftra contemplamur, eorumque curfus, magnitudinefque metimur: quæ quatenus ad Planetarum incolas quoque pertineant, paulo poft videbimus. Nunc illud prius quæramus an cæteros quoque fenfus noftros iis contigiffe verifimile fit. Ac de auditu quidem multa fuadent, ut cunctis, quæ illic Non auditum. funt, animalibus eum ineffe credamus. Prodeft enim plurimum ad vitam à periculis tutandam; cum fonitu ac fragore fæpe imminens infortunium cognofcatur: præfertim noctu atque in tenebris, cum oculorum auxilium ereptum eft. Videmus præterea ut (p. 42). animalia pleraque vocis fono fui fimilia advocent, multaque inter fe fignificent, nobis quidem parum intellecta, fed plura fortaffe quam putamus. Apud ea vero quæ ratione utuntur, fi cogitemus quam mirabilis fit vocis & auditus oportunitas, vix credibile

bien des chofes inintelligibles pour nous et cependant, peut-être, de plus grande portée que nous ne ferions tentés de le croire. Mais pour ce qui eft des êtres raifonnables, fi nous fongeons combien admirable eft la faculté de parler et d'entendre, il femblera à peine croyable que ce fens fi utile, que le grand artifice de l'articulation aient été inventés feulement pour cette Terre et pour nous. Ne manquerait-il pas beaucoup à leur commodité et à un bonheur femblable au nôtre s'ils étaient dépourvus d'un fi grand bénéfice? Quoi d'autre pourrait compenfer ce défaut? Que fi nous confidérons en outre avec quel art et induftrie la nature a obtenu que ce même air par la refpiration duquel nous vivons, par le fouffle duquel nous naviguons, qui met les oifeaux en état de voler; que cet air, dif-je, eft en même temps fait pour recevoir et propager le fon; que le fon, lui, eft capable de former des difcours et à les introduire dans nos oreilles, pourrons-nous croire que dans ces terres lointaines la nature en ait négligé cet infigne ufage? On pourra, ajoutons-nous, difficilement nier l'exiftence d'un air qui pèfe fur ces terres, lorfque nous aurons rappelé qu'en Jupiter il paraît des nuages: de même que ceux-ci font compofés de fort petites gouttes d'eau, ainfi l'air qui entoure la terre de près eft formé pour une grande partie de particules d'eau volant féparément [35]. Ce qui nous perfuade auffi de l'exiftence d'air auprès des globes Planétaires, c'eft que la refpiration qui foutient la vie de tous les animaux d'ici, femble être une inftitution générale de la nature tout auffi bien que la nutrition par les fruits de la terre.

Ni l'air capable de conduire le fon.

Je continue en parlant des autres fens des animaux. Il appert que le fens du tact a été donné avec une abfolue néceffité à tous ceux d'entre eux qui font recouverts d'une peau molle et flexible, afin qu'ils puiffent fe garder par la fuite de ce qui pourrait leur faire du mal; tandis que fans lui ils recevraient des plaies, des coups, des contufions multiples. En quoi la nature a été fi prévoyante qu'elle n'a voulu rendre aucune partie de la peau exempte du fentiment de la douleur. Il eft donc abfolument croyable que cette faculté fi néceffaire à la confervation des animaux ait auffi été donnée aux habitants des planètes.

Ni le fens de l'attouchement.

Quant à l'odorat et au goût, qui ne voit que ceux-ci font néceffaires aux paiffants pour pouvoir diftinguer les aliments utiles des herbes nocives ou peu profitables? S'il eft vrai que dans ces régions-là les animaux fe nourriffent d'herbes, de femences, peut-être auffi de chair, il eft croyable qu'ils ne manquent pas non plus de ces fens fi néceffaires pour fe garder et pour choifir.

Ni l'odorat, ni le goût.

Je fais que quelques-uns fe font demandés s'il ne peut y avoir dans la nature d'autres fens que les cinq que nous venons d'énumérer: fi l'on répond affirmativement à cette queftion, il faut peut-être avoir égard à la poffibilité que les fens des animaux planétaires foient tout autres que les nôtres. Rien en effet ne s'oppofe à ce qu'il puiffe

[35]) Voyez fur l'air et l'eau les p. 195—196, 212 et 319 du T. XIX.

videbitur tam utilem ſenſum, tantumque loquendi artificium, hujus Terræ noſtræ, ac noſtri tantum cauſa fuiſſe inventum. Quomodo enim illis non multum deſit ad vitæ commoda, & felicitatem noſtræ ſimilem, qui tanto beneficio carent: aut quanam alia re penſari hoc poſſit? Quod ſi porro conſideremus, quam pulchre, quamque induſtrie natura hoc effecerit, ut idem ille aer, cujus reſpiratione vivimus, cujus flatu navigamus, qui, ut volare queant, avibus præſtat; ut, inquam, idem ille ad exprimendum proferendumque ſonum comparatus ſit; ſonus verò ad formandum, auribuſque ingerendum ſermonem; vix credemus inſignem hunc aeris uſum, in terris iſtis longinquis eam neglexiſſe? Eſſe enim illic aerem qui terris incumbat, vix dubitari poteſt, cum nubes in Jove apparere diximus. Sicut enim hæ ex aquæ guttulis minimis conſtant, ita ex parti|culis aquæ ſeorſim volitantibus magna ex parte formatur aer ille qui propius terram circumdat[35]). Quem Planetarum globis adeſſe etiam hoc ſuadet, quod reſpirandi ratio, qua vita ſuſtentatur omnium quæ hic habemus animantium, videtur omnino ex univerſalioribus illis naturæ inſtitutis eſſe, velut nutriri ex fructibus terræ. Nec per quem ſonus perferatur aerem. (p. 43).

De ſenſibus autem reliquis animalium ut dicere pergam, cum ſanè qui ex tactu oritur, neceſſitate ſumma datum eſſe apparet omnibus iis quæ molli flexilique pelle teguntur, quò à lædentibus caveant refugiantque; cum abſque eo vulnera, plagas, contuſioneſque crebras acceptura fuerint. In quo tam provida natura fuit, ut, ne minimam quidem pellis particulam, doloris ſenſu vacare voluerit. Itaque hanc facultatem, tam neceſſariam ad conſervandam animalium incolumitatem, omnino credibile eſt etiam planetas inhabitantibus inditam eſſe. Nec tactum.

Odoratum vero ac guſtum quis non videt neceſſaria eſſe paſcentibus, quo conducibilia a noxiis, nihilve profuturis dignoſcant. Itaque ſi herbis, ſeminibus, aut fortaſſe carnibus quoque in regionibus iſtis animalia alantur;| etiam his ſenſibus, tam ad cavendum, appetendumque neceſſariis, credibile eſt ea non deſtitui. Nec odoratum, nec guſtum. (p. 44).

Scio à nonnullis fuiſſe quæſitum, an non alii præter eos quinque quos diximus, naturâ dari potuerint. Quod quidem ſi concedatur, forſan dubitandum ſit animalium planetariorum ſenſus longè alios eſſe ac noſtratium. Nec ſanè obſtare quidquam videtur quo minus alii extare poſſint percipiendi modi: attamen cum perpendimus ad Nec horum ſenſus longe alios eſſe ac noſtratium.

exifter d'autres moyens de percevoir. Cependant lorfque nous confidérons à quels ufages vitaux fert chacun de ceux que nous poffédons, il ne femble pas qu'un autre, quel qu'il fût, pût y avoir été joint avec quelque néceffité. En effet, la providence a fait en forte que nous pouvons nous rendre compte par nos yeux tant de la nature des chofes proches que de celles plus lointaines. Que l'ouïe nous renfeigne fur les chofes non vues, foit qu'elles fe trouvent derrière nous ou bien dans les ténèbres. Que ce dont la préfence n'eft fignalée ni par les yeux ni par les oreilles, un autre fens localifé dans le nez nous le fait connaitre et cela, dans le cas des chiens, avec la merveilleufe fubtilité que l'on fait. Elle a ordonné enfin que ce qui échapperait à ces quatre fens ferait révélé par l'attouchement afin que fes rencontres avec le corps n'y portaffent pas dommage. C'eft ainfi qu'elle a pourvu de toutes manières au falut et à la confervation des animaux; rien ne femble pouvoir y être ajouté ou y manquer; par conféquent elle n'aurait pu donner aux planéticoles, outre ces fens-ci, que du fuperflu.

Que leurs fens ne font pas entièrement différents de ceux des habitants de la Terre.

Comme les fens ne font pas feulement utiles aux hommes, mais que chacun d'eux leur procure auffi du plaifir, le goût dans les mets, l'odorat dans les fleurs et aromes, la vue dans la contemplation de la beauté des formes et des couleurs, l'ouïe dans les fons harmonieux, le fens du tact dans les chofes vénériennes (à moins qeu ceci ne doive être appelé un fens particulier) et qu'il en eft de même chez les autres animaux au moins pour quelques-uns d'entre ces fens, ne dirons-nous pas que ces dons de la nature ont été accordés à peu près de la même manière aux habitants des autres Planètes? La raifon femble l'exiger. Soit que nous fongions combien en général par ce moyen la vie eft rendue plus agréable et plus heureufe, ce qui nous pouffe à ne pas revendiquer ces grands biens pour les habitants de notre Terre feulement en les déniant à ceux des autres, comme fi notre condition doive être beaucoup fupérieure à la leur; foit que nous confidérions plus fpécialement les plaifirs qui réfultent du manger et du boire et de la conjonction des fexes, où nous comprendrons qu'il y a là, pour ainfi dire, des lois impofées par la prévoyante nature laquelle nous oblige fans mot dire à conferver et à propager l'efpèce animale, ou peut-être, dans le cas des bêtes, à propager leur efpèce uniquement dans le but de les faire jouir des deux plaifirs nommés; nous fommes amenés à admettre qu'il en eft de même, à propos des jouisfances, dans le cas des autres Planètes. Pour moi du moins, ayant égard au grand prix et à la grande utilité de toutes ces chofes, et confidérant combien il eft merveilleux qu'il exifte quelque chofe de tel que le plaifir dans la nature, je me fens pleinement convaincu qu'une fi importante faculté n'eft pas échue à notre Terre feule laquelle n'eft qu'une des planètes mineures. Voici ce que j'avais à dire fur les plaifirs qui correfpondent aux fens corporels et qui n'affectent point, ou légèrement feulement, notre raifon. Pour l'homme il exifte, outre celles-ci, d'autres jouiffances lefquelles ne fe perçoivent qu'en efprit et par le fens nommé de la raifon. Certaines d'entre elles font affociées à la gaieté, d'autres font férieufes mais ne doivent pas pour cela être eftimées moindres: nous parlons du plaifir que procurent les fciences, les inventions,

Que la même remarque s'applique au plaifir que procurent les fens.

quos vitæ uſus unuſquiſque eorum, quos habemus, comparati ſint; non videtur ſaltem alius quiſquam neceſſarius adjungi potuiſſe. Nempe effecit providentia ut & propinqua, & longius remota, qualia eſſent oculis ſentiremus. Rurſus ut non viſa, ſive a tergo, ſive in tenebris, auditus exciperet. Item ut quæ nec oculi nec aures adeſſe nunciarent, alius tamen ſenſus qui in naribus eſt præſentiret, idque in canibus mirabili ut ſcimus ſubtilitate. Poſtremo effecit ut quæ quatuor illos ſenſus effugerent, quò minus in corpus impacta nocere poſſint, tactu perciperentur. Ita omnibus modis ſaluti conſervationique animalium conſuluit, nec quidquam amplius addi aut deſiderari poſſe videtur; ut | proinde planetarum incolis vix aliud niſi ſuperfluum largitura fuerit. (p. 45).

Cum autem ex ſingulis ſenſibus, præter utilitatem, voluptas aliqua ad homines perveniat; velut ex guſtatu in cibis; ex odoratu in floribus & aromatis; ex viſu in contemplanda pulchritudine formarum, & colorum; ex auditu harmonicorum ſonorum; ex tactu in rebus venereis, (niſi peculiaris quidam ſenſus hic dicendus eſt) animalibus verò cæteris ex quibuſdam horum; nonne dicemus hæc naturæ munera fere eodem modo reliquorum Planetarum incolis diſtributa eſſe. Certe id quidem ratio poſtulare videtur. Sive enim cogitemus, quanto in univerſum, propter hæc, jucundior feliciorque vita reddatur, non debemus maximum ejus bonum noſtræ Telluris habitatoribus aſcribere, cæteras tenentibus denegare, quaſi res noſtræ rebus illorum multò præferendæ ſint. Sive ad voluptates, quæ in cibis capiendis, & in conjunctione utriuſque ſexus contingunt, attendamus; intelligemus hæc eſſe neceſſaria quædam veluti providæ naturæ juſſa, tacitè cogentis ad conſervandum, propagandumque animantium genus: vel etiam, in beſtiis qui|dem, fortaſſe genus ipſum propagari, ut utraque illa jucunditate fruatur, ut proinde, utroque nomine, in cæteris Planetis eadem reperiri conſentaneum ſit. Equidem cum hæc omnia quanti ſint, quantamque utilitatem habeant, conſidero; quamque admirabile ſit, tale quid, quale eſt voluptas, in rerum natura exiſtere; omnino adducor ut credam, non ſoli Telluri noſtræ, quæ de minoribus planetis unus eſt, rem tantam obtigiſſe. Et hæc quidem de voluptatibus iis quæ ſenſus corporeos afficiunt, rationis facultatem aut nihil, aut leviter tantùm. Sunt autem homini, præter iſtas, aliæ quoque; quæ mente tantum, & rationis ſenſu percipiuntur; aliæ cum lætitia conjunctæ; aliæ ſeriæ, neque ideo minoris faciendæ; velut quæ ex oblec-

Ut nec voluptatem ex iis ortam.

(p. 46).

la découverte de la vérité. Nous aurons l'occasion, dans la suite de notre traité, de dire si tout ceci appartient aussi aux habitants des planètes.

Reste à parler sur d'autres sujets de ressemblance probable entre ces contrées-là et les nôtres. Nous avons déjà vu combien il est vraisemblable que les Eléments terre, air, eau ne fassent pas défaut aux autres Planètes. Considérons maintenant la question du feu lequel chez nous ne doit pas littéralement être appelé un Elément [36]) mais bien plutôt un mouvement fort rapide de particules détachées de certains corps [37]).

Que le feu aussi est commun aux Planetes.

Quelle que soit d'ailleurs sa nature, il y a beaucoup de raisons qui prouvent avec vraisemblance qu'il a été accordé aussi aux Planéticoles. D'abord celle que le siège du feu semble ne pas se trouver dans la Terre autant que dans le Soleil; de même qu'ici les plantes et animaux croissent choyés par la chaleur Solaire, on peut admettre que cela se passe dans le cas des autres Planètes. Or, comme une chaleur intense produit du feu, il est croyable que là-bas aussi, et surtout dans les planètes qui sont plus proches du Soleil, il existe de la chaleur à des degrés égaux ou supérieurs et par conséquent du feu. Nous voyons en outre de combien de manières le feu est engendré, soit par la réunion de rayons Solaires dans la réflexion de cymbales ou de miroirs; dans la collision du fer et de la pierre; dans le frottement mutuel de pièces de bois; dans les tas de foin pas bien sec; par la foudre; par les incendies des montagnes et de la terre sulfureuse. Il serait étonnant s'il ne s'allumait du feu, par quelqu'une de ces causes, dans les terres Planétaires. Songeons ensuite combien grande est chez nous l'utilité ou plutôt la nécessité du feu. C'est par lui que nous nous gardons des incommodités du froid dans les régions où la chaleur Solaire est moindre à cause de l'obliquité des rayons; nous obtenons ainsi qu'une grande partie de la Terre ne reste pas inculte et inhabitée; or, ce remède est également nécessaire à tous les globes Planétaires, soit qu'ils éprouvent les vicissitudes de l'été et de l'hiver, soit qu'ils jouissent d'un perpétuel équinoxe, puisqu'il est certain que chez eux aussi les endroits plus voisins du pôle, même en ne considérant que le dernier des deux cas nommés, tirent peu de profit de la chaleur Solaire. Par le feu nous éclairons aussi la nuit et créons pour ainsi dire un deuxième jour ce qui prolonge considérablement la vie. Pour toutes ces raisons il est fort vraisemblable que les habitants de la Terre ne sont pas seuls à jouir d'une chose si importante mais que celle-ci a été accordée à toutes les Planètes.

On peut en outre se demander, à propos des animaux tant raisonnables que brutes, et aussi à propos des plantes basses et des arbres si ceux qui naissent là-bas correspondent aux nôtres en grandeur. Dans l'hypothèse que la nature les façonne d'après la

[36]) Comparez la p. 319 du T. XIX.

[37]) Voyez sur la chaleur considérée comme un mouvement fort rapide de particules les p. 9, 329 et 347 du T. XIX.

tatione ſcientiarum, inventorum, verique cognitione oriuntur; de quibus omnibus, an ad aliorum quoque planetarum incolas pertineant, in ſequentibus dicendi locus erit.

Superſunt alia nunc expendenda quæ in terris illis ſimilia eſſe rebus noſtris veriſimile ſit. De Elementis terræ, aeris, & aquæ, vidimus jam quàm probabile ſit ea in Planetis cæteris non deeſſe. Videamus & de igne, qui | apud nos quidem non tam Elementum (p. 47). eſſe dicendus eſt [36]), quam motus quidam concitatiſſimus particularum à certis corporibus abreptarum [37]). Hoc verò, quidquid eſt, etiam Planetarum incolis datum eſſe, multa ſunt quæ veriſimiliter probent. Primum quòd non tam in Terra hac, quàm in Sole, ignis ſedes collocata videatur; ac ſicut, calore Solis, herbæ & animantia hic creſcunt ac foventur, ita quoque haud dubie in cæteris fiat Planetis. Cum autem intenſior calor ignem generet, credibile eſt illic quoque, ac præſertim in Soli propinquioribus, eoſdem aut majoris caloris gradus exiſtere, eorumque vi ignem. Deinde videmus quam multis modis excitetur, velut colligendis Solis radiis, repercuſſu pelvium aut ſpeculorum; ferri & ſilicis colliſione; lignorum attritu mutuo; herbæ non bene ſiccæ congeſtis acervis; ex fulmine; ex montium terræque ſulphureæ incendiis. Quare mirum eſſet, non aliquo ex iſtis omnibus, in Planetarum terris, eum accendi. Cogitemus deinde quanta apud nos ſit ignis utilitas, quantaque neceſſitas. Hujus enim beneficio frigoris incommoda depellimus in iis regionibus, ubi calor Solis minus viget propter radio|rum (p. 48). obliquitatem, atque ita efficimus ne magna Terrarum pars inculta inhabitataque maneat; quod in omnibus Planetarum globis, ſive æſtatis hyemiſque viciſſitudines ſentiant, ſive perpetuo fruantur æquinoctio, æque neceſſarium eſt remedium; quoniam & in his, loca polis viciniora, parum juvari Solis calore certum eſt. Eodem igne nocti lucem inducimus, diemque velut alterum creamus, quo non parum temporis vitæ adjicitur. Itaque ob hæc omnia prorſus veriſimile eſt tanta re non ſolos Telluris incolas frui, ſed omnibus Planetis communiter eſſe conceſſam.

Ignem quoque Planetis communem eſſe.

Porro quæri poteſt de animalibus, tam ratione utentibus quàm brutis; atque etiam de ſtirpibus arboribuſque; an, quæ iſthic naſcuntur, noſtris magnitudine reſpondeant. Nam ſi hæc ipſorum globorum mole natura metiatur, eſſent in Jove ac Saturno anim-

Magnitudinem corporum in Planetis exiſtentium ex Planetarum magnitudine non recte conjici.

Que la grandeur des corps ſur les Planètes ne peut être logiquement déduite de la dimenſion de ces dernières.

grandeur des globes planétaires, il y aurait en Jupiter et Saturne des animaux d'une ſtature dix ou quinze fois plus élevée que celle des Eléphants, des baleines ſurpaſſant les nôtres en longueur dans la même proportion. De plus les animaux raiſonnables y ſeraient des géants en comparaiſon avec nous. J'avoue ne rien voir dans ceci d'étonnant ou d'impoſſible. Nous ne ſommes toutefois aucunement forcés de croire qu'il en eſt vraiment ainſi, attendu que dans beaucoup de rencontres nous conſtatons que la nature ne s'eſt pas attachée aux règles des meſures qui à nos yeux paraîtraient plus convenables que celles actuellement exiſtantes. On peut par exemple remarquer que les volumes des corps Planétaires eux-mêmes ne ſont nullement proportionnés à leurs diſtances au Soleil, puiſque Mars eſt manifeſtement plus petite que Vénus tout en étant plus éloignée; et que la révolution de Jupiter ſur ſon axe a lieu en 10 heures, tandis que la Terre, tant de fois plus petite, y emploie 24 heures. Puiſque la Nature néglige la proportionnalité dans ces choſes, on pourrait même ſe demander ſi les habitants des Planètes ne ſont pas peut-être des nains de la taille de nos grenouilles ou de nos ſouris. Mais je ferai voir plus loin pourquoi cette hypothèſe serait déraiſonnable.

Qu'il exiſte tant ſur les Planetes que ſur la Terre différents animaux plus ou moins raiſonnables.

Et entre eux des êtres comparables aux hommes.

Une autre queſtion douteuſe ſe préſente: ſe trouve-t-il en chaque Planète un ſeul genre d'animaux raiſonnables ou bien pluſieurs, éventuellement plus raiſonnables les uns que les autres? Nous conſtatons certes ce phénomène ſur notre Terre en un certain degré. Je ne parle pas ici de ceux qui ont la figure humaine quoique à propos de ceux-ci on pourrait également ſoutenir la dite inégalité ſans abſurdité; mais lorſque nous conſidérons le ſens et l'intelligence de quelques eſpèces d'animaux tels que les chiens, les ſinges, les caſtors, les éléphants, et même certains oiſeaux, ainſi que les abeilles, ceux-ci ſe montrent tels qu'on ne ſemble pas pouvoir dire que le genre humain lui ſeul participe de la raiſon: il en apparaît un ſemblant dans eux tous, lequel eſt trouvé exiſter en eux ſans aucune inſtruction ou expérience. On ne peut cependant mettre en doute la ſort grande ſupériorité de l'intelligence et du génie humains, leſquels ſont aptes à d'innombrables choſes, capables de prendre des meſures ſe rapportant aux temps futurs, pourvus d'une mémoire infiniment détaillée ſur les choſes paſſées. Conſidérant cette immenſe différence quantitative et qualitative, nous n'eſtimerons pas ſans raiſon que dans le cas des autres planètes la nature a auſſi conféré la primauté à une ſeule eſpèce, d'autant plus que s'il y en avait pluſieurs douées d'une même ſagacité elles pourraient ſe nuire les unes les autres, ſe diſputer les poſſeſſions et l'empire; ce que ſont d'ailleurs auſſi trop ſouvent, tout en étant d'une eſpèce unique, ceux qui règnent en ce Monde-ci. Mais de quelque façon que ces choſes ſoient arrangées là-bas, occupons-nous maintenant des êtres les plus raiſonnables de tous de ces contrées lointaines, et demandons-nous à quoi ils ſe ſervent de leur raiſon et s'ils ont auſſi leurs arts et ſciences comme nous en notre planète. C'eſt-ce qui, en examinant leur nature, mérite ſurtout d'être conſidéré. Mais pour pouvoir le faire d'autant mieux, il faut commencer un peu plus haut et conſidérer avec quelqu'attention la vie et les occupations des hommes.

alia quædam decies aut quindecies altiora Elephantis, aut tantundem longitudine balænas nostras superantia. Tum illa quæ ratione prædita sunt, gigantum corpora haberent nostris comparata. Qua quidem in re nihil video quod vel mirum sit, vel fieri nequeat. Nulla tamen ratione cogimur ut re ipsa id ita (esse credamus; quando- (p. 49). quidem in multis rebus apparet non iis mensuræ regulis naturam se obstrinxisse quæ nostra opinione convenientiores videbantur. Veluti quod ipsorum globorum Planetariorum moles nequaquam pro distantia eorum a Sole constituta sit, cum Mars manifesto minor sit Venere, etsi remotior: cumque conversio Jovis, super axe suo, 10 horis peragatur; Telluris vero, tantò minoris, impendat horas 24. Posset vero dubitari, cum proportionem in his ita negligat Natura, an non fortasse pumiliones quidam sint incolæ Planetarum, aut ranis muribusve non majores. Sed ostendam postea cur id nequaquam consentaneum putandum sit.

Aliud quoque dubium exoriri posset, utrum genus unum tantum animalium quæ rationem sortita sint, an plura in Planetis singulis reperiantur, & num dispari rationis vi. Ac profecto tale quid in Terra hac nostra contigisse cernimus. Non de iis nunc dico quæ figuram hominum præferunt; (etsi de his quoque id non absurde dici possit) sed si quorundam è bestiarum genere, sensum intellectumque spectemus; veluti canum, simiarum, castorum, elephantorum; imo & (avium quarundam, & apicularum, ea (p. 50). talia sunt, ut nequaquam solum genus hominum rationis particeps dicendum videatur. Apparet enim quoddam hujus instar in istis omnibus, quod, absque ulla institutione aut experientia, iis inesse deprehenditur.

In Planetis ut in Terra varia esse animalia quibus ratio competat.

Attamen dubitari nequit quin longè præcellat hominum intelligentia & ingenium, quippe innumeris rebus aptum, consilii ad futura capax, præteritorum memoria infinita præditum. Quod ingens præstantiæ discrimen si perpendamus, credemus non sine ratione, in cæteris quoque planetis, unum quoddam genus prætulisse naturam; atque eo magis, quod si plura forent eadem ingenii sagacitate, possent nocere sibi invicem, ac de possessionibus & imperio inter se contendere; quod nunc quoque faciunt nimis frequenter, licet unius generis sint, quæ in Terra hac dominantur. Verum hæc utcunque se habeant, de iis nunc agamus terrarum istarum animalibus, quæ maximè cæteris ratione antecellunt; quæramusque an sciri possit, quibus in rebus ejus usum impendant, & an habeant etiam artes scientiasque suas, velut nos in hoc nostro planeta. Quod quidem, inter ea quæ (ad naturam eorum attinent, præcipuè expendi me- (p. 51). retur. Sed, quo melius id fiat, paulò altius exordiendum est, vitaque & studia hominum attentius inspicienda.

Et inter ea Hominibus similia.

Pour autant que les hommes s'appliquent feulement à fubvenir à leurs befoins en fe procurant les chofes néceffaires, c'eft à dire à fe pourvoir de logements qui les gardent contre les intempéries de l'air, à s'entourer de murailles pour pouvoir fe défendre contre les ennemis, à établir des lois pour vivre avec fécurité et tranquillité, à élever leurs enfants et leur procurer, ainfi qu'à eux-mêmes, de la nourriture, l'ufage de la raifon ne paraît pas encore, à mon avis, avoir quelque chofe de fi grand que nous devrions par là nous confidérer comme fupérieurs aux animaux brutes. Car beaucoup d'entre eux font les mêmes chofes plus fimplement, et de quelques-unes ils n'ont pas même befoin. Et quant au fentiment de la vertu et de la juftice, par lequel nous difions un peu plus haut que l'efprit humain fe diftingue, et de même celui de l'amitié, de la reconnaiffance, de l'honnêteté, quel autre effet ont-ils que de rendre poffible la réfiftance aux vices des hommes et d'affurer une vie tranquille et inoffenfive? Ce qui échoit à certains animaux fans effort et naturellement. Si d'autre part nous portons nos regards fur les multiples peines, les maladies de l'âme, la concupifcence, la crainte de la mort, lefquelles accompagnent toutes notre raifon cenfée fi éminente, et que nous comparons ces défavantages avec la vie aifée, tranquille et innocente des bêtes, il pourrait fembler que plufieurs d'entre elles, furtout du genre des oifeaux, vivent plus agréablement et aient obtenu un meilleur fort que les hommes. Car pour les plaifirs corporels, ils en jouiffent fans doute autant que nous malgré la contradiction de certains nouveaux philofophes déniant tout fens aux animaux autres que l'homme, de forte qu'ils veulent les faire paffer pour de purs automates ou marionnettes. Il m'eft incompréhenfible que quelqu'un puiffe fe rendre à leur fentiment abfurde et cruel; furtout en confidérant que les bêtes elles-mêmes donnent à entendre le contraire tant par leur voix et par leur fuite devant les coups que généralement par toute leur manière de fe comporter [38]). Bien au contraire, je ne mets guère en doute que les oifeaux s'amufent de leur belle et admirable façon de traverfer l'air; laquelle ils trouveraient fans doute encore plus délectable s'ils comprenaient combien notre marche lente à fleur de fol eft furpaffée par leur agilité, par la fublimité de leur vol. Qu'y a-t-il donc dans lequel brille furtout l'ufage de la raifon humaine, nous rendant fupérieurs aux autres animaux? Rien à un plus haut degré, me femble-t-il, que la contemplation de la nature et des oeuvres de Dieu jointe à l'application aux fciences qui nous permettent d'en reconnaître dans une certaine mefure l'excellence et la grandeur. Car que ferait cette contemplation fans les fciences? Combien grande n'eft pas la diftance entre ceux qui confidèrent oifivement la beauté et l'utilité du Soleil ainfi que le ciel étoilé, et d'autres plus doctes qui examinent la marche de tous les aftres,

Que la raifon humaine furpaffe celle des animaux brutes furtout dans la contemplation de la nature.

---

[38]) Nous avons déjà attiré l'attention du lecteur sur ce passage à la p. 662 de l'Avertissement qui précède.

Ac videtur quidem quatenus providendis procurandisque rebus tantum necessariis homines intenti sunt, ut nempe ab aëris injuriis tuti habitent: ut mœnibus inclusi ab inimicis sibi caveant, ut leges condant ad secure ac tranquille vivendum; ut liberos educent; victum illis, sibique parent; in his omnibus inquam nihil magnum admodum habere videtur rationis nostræ usus, cujus causa nos brutis animantibus anteferamus. Namque hæc pleraque illorum facilius simpliciusque efficiunt: aliquibus nihil opus habent. Quin imo & virtutis, justitiæque sensus, propter quem paulo ante excellere mentem humanam dicebamus; itemque amicitiæ, gratitudinis, honesti: quid aliud efficiunt, nisi ut vel vitiis hominum obsistatur, vel vita tranquilla & mutuarum injuriarum expers præstetur; quod bestiis sponte ac naturæ ductu contigit. Jam si curas multiplices, animi ægritudines, concupiscentiam, mortis metum, quæ omnia rationem illam nostram comitantur, ante oculos ponamus; eaque cum vita parabili, quieta & p. 52.
innocua bestiarum comparemus; videri possint harum plurimæ, ac præsertim ex avium genere, jucundius agere, & meliore quam homines sorte frui. Nam quod ad voluptates corporis attinet, haud dubie iis æque ac nos afficiuntur, quicquid contradicant novi quidam philosophi; qui sensum omnem ita auferunt reliquis præter hominem animantibus, ut pro meris automatis aut neurospastis ea haberi velint; quorum absurdæ, crudelique sententiæ, miror quenquam accedere posse; præsertim cum & voce & verberibus fugiendis, & re omni contrarium bestiæ ipsæ significent [38]). Imo vix dubito, quin miro pulchroque illo per aëra lapsu aves sese delectari sentiant; magis etiam sensuræ si intelligerent quantopere lentus ac humilis noster incessus ipsarum pernicitate, sublimique volatu superetur. Quid igitur est in quo potissimum eminet humanæ rationis usus, facitque ut antecellamus cæteris animantibus? Nihil æquè puto ac contemplatio naturæ, Deique operum; tum cultura scientiarum, quibus consequimur ut eorum præstantiam, magnitudinemque aliqua ex parte cognoscamus. Absque enim p. 53.
disciplinis quid esset contemplatio? quamque multum interest inter eos qui Solis pulchritudinem, utilitatemque, & cælum sideribus ornatum otiose intuentur, aliosque doctiores qui cursus istorum omnium scrutantur: quomodo affixæ, quæ dicuntur,

Humanam rationem præ illa brutorum præcipue eminere in contemplatione naturæ.

qui comprennent en quoi les étoiles dites fixes diffèrent des aftres errants, et quelle eft la caufe des faifons, qui mefurent même par des méthodes fubtiles la grandeur du Soleil et des Planètes et déterminent en même temps leur diftance; combien grande auffi la différence entre ceux qui admirent les mouvements variés et l'agilité des animaux et ceux qui confidèrent en eux l'agencement de tous les membres, leur fort favante compofition ou architecture. Que fi les autres Planètes ne le cèdent pas en dignité à notre Terre, comme nous l'avons pofé plus haut en guife de principe et de fondement, il faut qu'il y exifte des animaux qui non feulement contemplent et admirent les oeuvres de la nature, mais dont la raifon s'occupe à les examiner et à les entendre; il faut auffi que ceux-ci foient parvenus à des réfultats également importants.

Qu'il s'enfuit que les habitants des Planetes cultivent les fciences et parmi elles l'Aftronomie.

Ils ne regardent donc pas feulement les aftres mais cultivent auffi la fcience Aftronomique; rien ne s'oppofe à ce que nous confidérions ceci comme vraifemblable fi ce n'eft la fureftimation de nos capacités que nous dicte notre orgueil et dont nous ne nous affranchiffons que difficilement. Je n'ignore pourtant pas que d'aucuns diront pour une autre raifon que nous attribuons avec trop d'audacité cette fcience aux Planéticoles: favoir que nous fommes parvenus à ce réfultat par une accumulation de confidérations vraifemblables, et que fi une feule de nos conclufions eft fauffe, tout ce que nous avons bâti deffus s'écroule comme dans le cas d'une conftruction matérielle vicieufe. Mais je voudrais qu'ils entendent que ce que nous avons dit fur l'étude de l'Aftronomie peut être confirmé en omettant prefque tout ce qui a été allégué jufqu'ici, et qu'on peut prendre notre opinion fur ce fujet comme point de départ. En effet, après qu'il avait été pofé que cette Terre doit être confidérée comme appartenant à la famille des Planètes et comme n'étant pas fupérieure aux autres en dignité ou en équipement, qui oferait dire qu'en elle feule fe trouvent des êtres qui jouiffent du fpectacle fi magnifique de la Nature? Ou du moins que parmi ceux qui en jouiffent nous fommes les feuls par qui les myftères du ciel ont été plus ou moins dévoilés et compris? Voilà comment nous avons pu plus brièvement prouver l'exiftence dans les Planètes d'une fcience Aftronomique d'où s'enfuit celle d'un animal planétaire raifonnable ainfi que beaucoup d'autres chofes précédemment conclues. De forte que cette nouvelle argumentation fert auffi à confirmer nos conclufions antérieures. Et pour qu'il devienne encore plus probable que du moins dans le cas des Planètes fupérieures, Jupiter et Saturne, la connaiffance de l'Aftronomie n'y fait pas défaut, il faut confidérér que fi les hommes ont été amenés à l'obfervation des aftres, comme on peut l'admettre, par l'étonnement [39]) et la crainte que leur infpiraient les éclipfes du Soleil et de la Lune, il doit en avoir été ainfi à plus forte raifon dans le cas de ces deux Planètes à caufe des éclipfes de Lunes prefque journalières et des éclipfes de Soleil

[39]) Qui ne se rappelle ici ce que dit Aristote dans sa Métaphysique (I § 2): διὰ γὰρ τὸ θαυμάζειν οἱ ἄνθρωποι καὶ νῦν καὶ τὸ πρῶτον ἤρξαντο φιλοσοφεῖν.

ſtellæ à vagis differant, quæque cauſa ſit diverſarum anni tempeſtatum intelligunt: qui denique ſubtili ratiocinio magnitudinem Solis ac Planetarum, ſimulque diſtantiam eorum metiuntur; quantumque item inter eos qui animalium varios motus agilitatemque mirantur, & hos qui fabricam omnium membrorum, artificioſiſſimamque compagem, architecturamque in iis ſpeculantur? Quod ſi igitur Planetæ reliqui dignitate non cedunt Telluri noſtræ, ut in ſuperioribus principii fundamentique loco poſuimus; oportet ibi animalia exiſtere, quæ non ſolum naturæ opera ſpectent & admirentur, ſed quorum ratio in examinandis, intelligendiſque iis occupetur, nec minora quam nos conſecuta ſit. Itaque non tantum ſidera intuentur, ſed & Aſtronomiæ ſcientiam excolunt; neque aliud obſtat quo minus hoc veriſimile credamus, quam ſuperba illa noſtrarum rerum æſtimatio, quæ ; difficulter ſane deponitur. Scio tamen futuros, qui dicant nimis audacter nos iſta Planetarum incolis tribuere: multorum quippe veriſimilium accumulatione huc eſſe perventum; quorum ſi unum quodpiam contra ſe habeat, quam poſitum ſit, cadat, velut in vitioſa ædificatione, omne quod ſuperſtruximus. Sed ſcire eos velim, hoc quod de Aſtronomiæ ſtudio diximus, omiſſis fere omnibus hactenus adductis confirmari potuiſſe, atque inde initium fieri. Poſtquam enim poſitum fuit Terram hanc inter Planetas eſſe habendam, neque iis dignitate aut ornatu præferendam; quis dicere audeat in ea ſola reperiri, qui ſpectaculo Naturæ, quod unum pulcherrimum ac magnificentiſſimum eſt, fruantur? aut inter eos quibus hoc contigit, nos unos eſſe quibus cæli arcana penitius perfectiuſque perſpecta ſint? Ecce igitur & hac breviore via comprobata in Planetis Aſtronomiæ cognitio, ex qua & animal rationis compos, & pleraque alia quæ præceſſere, illis ineſſe conſequebatur. Adeo ut, ad priora confirmanda, hæc quoque noviſſima argumentatio conducat. Quò vero magis probabile fiat, ſaltem in ſuperioribus Planetis, Jove ac Saturno, Aſtronomiæ notitiam non deeſſe, conſiderandum eſt, quod ſi homines ad ſidera obſervanda impulit, ut credi par eſt, admiratio[39]) & pavor in defectibus Solis & Lunæ; multo magis, in utroque hoc Planeta, ea ratio valere debuit, propter cotidianas fere Lunarum, crebraſque

Hinc Planetarum incolas ſcientias excolere, & inter eas, Aſtronomiam.

(p. 54).

(p. 55).

fort nombreuſes qui y arrivent. Un être fictif, ignorant également ce qui ſe paſſe dans toutes les Planètes, dirait donc qu'il eſt beaucoup plus vraiſemblable que l'Aſtronomie ſe cultive en ces deux grandes que chez nous.

Or, la connaiſſance et l'uſage de cette ſcience étant admis chez les Planéticoles, combien de nouvelles concluſions n'en peut-on pas tirer conjecturalement ſur leur vie et leur état?

Ainſi que les ſciences mécaniques qui y ſervent.

D'abord aucune obſervation d'aſtres où l'on ſe propoſe d'examiner leurs mouvements ne peut être faite ſans appareils, que ceux-ci ſoient compoſés de métal ou bien de bois ou d'une autre matière ſolide. Pour qu'ils en poſſèdent, ils doivent auſſi ne pas être dépourvus des inſtruments de nos ouvriers, tels que la ſcie, la pioche, le rabot, le marteau, la lime; et ceux-ci ne ſe peuvent avoir ſans l'uſage du fer ou d'un autre métal également dur. Or, dans la conſtruction de ces inſtruments entre néceſſairement la diviſion d'arcs de cercle en parties égales ou de lignes droites en parties inégales: il y faut donc le ſecours de la Géométrie et de la ſcience des nombres. Mais il eſt avant tout néceſſaire que la mémoire des obſervations ſoit tranſmiſe à la poſtérité, que les temps et Epoques ſoient notés, ce qui ne ſemble pas pouvoir être expliqué ſans écrits. Il faut donc qu'ils aient auſſi leur manière d'écrire, peut-être fort différente de la nôtre telle qu'elle eſt en uſage chez preſque tous les peuples, mais qui ne peut guère être plus ingénieuſe ou plus aiſée à apprendre. Car qui ne voit que notre méthode eſt de beaucoup préférable aux innombrables caractères des Chinois [40]) et bien plus encore aux noeuds de cordes ou images peintes qui étaient en uſage chez les barbares de la Mexique et du Pérou. Nous voyons du moins que les hommes de toutes les Régions ont cherché un art d'écrire ou de faire des notes; il réſulte de la généralité de ce phénomène qu'il ne ſera pas étonnant ſi les habitants des Planètes, ſous l'empire de la néceſſité, ont également inventé un tel art et l'ont appliqué à l'Aſtronomie ainſi qu'à l'étude des autres ſciences. La néceſſité de l'écriture dans les choſes Aſtronomiques appert auſſi par la conſidération ſuivante: les mouvements der aſtres doivent pour ainſi dire être devinés [41]) d'après différentes hypothèſes, et celles-ci doivent être corrigées ultérieurement par d'autres ſuppoſitions, au fur et à meſure que les défauts des premières ſont prouvés par l'obſervation et les raiſonnements Géométriques: or, rien de tout ceci ne peut être tranſmis à la poſtérité ſans avoir été conſigne dans des écrits et expoſé par des figures.

Comme auſſi la Géométrie et l'Arithmétique.

Et l'art d'écrire.

[40]) Ce n'est pas là l'opinion des Chinois eux-mêmes. Voyez p.e. la Préface du livre „Chinese Calligraphy, an introduction to its æsthetic and technique" by Chiang Yee, with a foreword by Lin Sen, president of the Chinese National Government, London, Methuen & Co. sans date (± 1937).

[41]) C'est ainsi que Kepler avait *deviné* que l'orbite de Mars est une ellipse, ce qu'il vérifia ensuite par de laborieux calculs basés sur les lieux observés de la planète.

Solis, quæ illic contingunt, eclipses. Ut si quis æque ignorare ponatur quid rerum in Planetis omnibus geratur, multo verisimilius dicturus sit Astronomiam in majoribus illis duobus, quàm in hoc nostro, vigere.

Posita autem apud Planeticolas hujus scientiæ cognitione & usu, quam multa hinc præterea consequuntur quæ de vita statuque eorum reliquo, præter jam dicta, novas conjecturas afferant?

Et quæ ei inserviunt artes mechanicas.

Primùm enim nulla observatio siderum, ad motus eorum investigandos, absque organis institui potest; sive ea è metallo, sive è ligno aliave solida materia fabricata sint. Quod ut fiat, nec fabrorum instrumento, serra, ascia, dolabra, malleo, lima, carere possunt; neque hæc habere absque usu ferri aut æque duri cujuspiam metalli. Sed & circuli arcus in partes æquales divisi, aut lineæ rectæ in inæquales, in istis organis requiruntur. Atque hic jam Geometriæ & numerorum ratio arcessenda est. Sed ante omnia quoque necesse est ut observationum memoria ad posteros transmittatur; ut tempora & Epochæ annotentur; quæ sine scripto non videntur explicari posse. Oportet igitur ut & suam scribendi artem habeant, multum fortasse dissimilem nostræ, qua fere omnes populi utuntur, sed quæ vix ingeniosior, aut ad discendum facilior esse queat. Quis enim non videt longe eam præferendam esse Sinarum innumeris characteribus[40]), multoque magis funiculorum nodis, aut pictis imaginibus, quæ apud barbaros Mexicanos Peruvianosque in usu erant. Omnium quidem Regionum homines aliquam scribendi, aut quoquo modo annotandi, artem quæsivisse videmus: quò minus mirum sit, si & Planetarum incolæ, necessitate coacti, eam repererint, ac deinde ad Astronomiæ aliarumque disciplinarum studia adhibuerint. Necessitas vero scripturæ in rebus Astronomicis etiam ea re cognoscitur, quod cum hypothesibus variis, siderum motus, quasi divinandi sint[41]); eæque hypotheses priores in sequentibus corrigendæ prout observatis & Geometriæ ratiociniis vitia earum coarguuntur; nihil horum posteris tradi potest, nisi literis consignatum, figurisque expositum.

Ut & Geometriam. Arithmeticam.

(p. 56).

Et scribendi artem.

(p. 57).

Mais après que nous leur avons attribué toutes ces connaiſſances-là, notre aſtronomie ſera pourtant encore beaucoup plus éminente et plus parfaite, tant par la connaiſſance de la véritable forme du ſyſtème univerſel que par l'emploi des téleſcopes à l'aide deſquels nous contemplons les corps Planétaires et leurs grandeurs et diverſes formes, apercevant auſſi les montagnes lunaires et leurs ombres, ainſi que l'immenſe multitude des étoiles, et autres choſes inviſibles ſans ces inſtruments. De ſorte qu'il eſt preſque néceſſaire, à moins que nous ne voulions de nouveau nous flatter d'être plus heureux en cette matière, d'accorder auſſi aux Planéticoles cette perfection de la connaiſſance des choſes céleſtes, donc auſſi une acuité viſuelle qui ou bien ſurpaſſe de beaucoup la nôtre ou bien eſt ſecourue comme la nôtre par des appareils à lentilles de verre ou à miroirs. Ce que j'héſite cependant à affirmer pour qu'aucun lecteur, à cauſe de cette ſeule affirmation audacieuſe, ne penſe devoir juger tout le reſte de la même ſarine et pareillement ridicule.

L'Optique.

Ce n'eſt certes pas ſans raiſon, ſemble-t-il, que quelqu'un pourrait ſaire l'objection que nos êtres Planétaires peuvent être exempts de toute ſcience plus ſubtile de même qu'il en était pour les peuples de l'Amérique avant que les Européens y pénétrèrent. Ayant égard à eux ainſi qu'aux multiples peuples également barbares de l'Afrique et de l'Aſie, il pourra ſembler que le ſeul but de l'architecte ſouverain ait été que les hommes jouiraient de la vie en ſe contentant des biens et plaiſirs naturels et en révérant avec reconnaiſſance le donateur de toutes choſes; tandis que la curioſité ſcientifique ſe ſerait emparée d'un petit nombre contrairement à la nature. Mais nous ne manquons pas d'arguments pour répondre à ceux qui ſoutiennent cette thèſe. Dieu a certainement prévu que les intelligences humaines ſe développeraient au point d'examiner les choſes céleſtes, de trouver des arts utiles à la vie, de parcourir les mers, de tirer des métaux du ſol. L'une ou l'autre de ces choſes aurait-elle pu arriver contrairement aux vues de cette intelligence infinie? S'il les a prévues elles ſont auſſi deſtinées au genre humain, et l'on ne pourra pas juger contraire à la nature l'application à des arts et des doctrines qui ont préciſément trait à ſon inveſtigation. Surtout puiſqu'on ne peut raiſonnablement être d'avis qu'un ſi grand déſir et amour de ſcience auraient été vainement plantés dans les eſprits humains. Mais ils inſiſteront de nouveau, en parlant ſurtout de l'aſtronomie: s'il eſt vrai que les hommes ſont nés auſſi pour cette ſcience-là, comment ſe fait-il que ſi peu s'en occupent? En effet, nous conſtatons en premier lieu que des quatre continents c'eſt preſqu'uniquement l'Europe qui eſt le ſiège des études Aſtronomiques; car quant à l'Aſtrologie prétendant pouvoir prédire l'avenir, qui n'eſt pas une ſcience mais une miſérable ſolie ſouvent nocive, j'eſtime qu'elle ne doit pas même être mentionnée. Or, même dans le cas des Nations Européennes il n'y a pas une perſonne parmi cent mille qui embraſſe ces études ou déſire en apprendre quelque choſe. D'autre part, en ayant égard au temps, ils diront que bien des ſiècles ſe ſont écoulés avant que firent leur apparition les premiers rudiments ſoit de l'Aſtronomie ſoit de la Géométrie ſans laquelle l'Aſtronomie ne pouvait être appriſe, puiſqu'on ſait quand ces ſciences naquirent en Egypte et en Grèce.

Que ces ſciences ne ſont pas contraires ou ſuperieures à la nature humaine.

Poſtquam vero omnia hæc jam iis conceſſerimus, longe etiamnum præſtantior perfectiorque apud nos erit ſiderum ſcientia; vel propter agnitam ſyſtematis univerſi veriſſimam formam, vel propter uſum teleſcopiorum, quibus Planetarum corpora, magnitudineſque & varias formas intuemur; ſuperficiei lunaris montes, montiumque umbras; ſtellarum ingentem multitudinem, aliaque plura non alias videnda, percipimus. Ut fere neceſſe ſit, niſi rurſus nobis tanquam hac parte felicioribus blandiri volumus, etiam illam cognitionis rerum cæleſtium conſummationem Planeticolis tribuere, itemque videndi aciem, quæ vel noſtram longe exuperet, vel lentium vitrearum, aut ſpeculorum adminiculo ſicut noſtra, adjuvetur. Quod tamen dicere vereor, ne quis, ex hoc uno audacius aſſerto, cætera omnia æſtimanda putet, ac riſu digna clamitet.

Opticam.

At non ſine ratione, ut videtur, objiciet quiſpiam, Planetarios noſtros fortaſſe omni | ſubtiliore ſcientia deſtitui, quemadmodum Americanæ gentes, priuſquam ad illas Europei penetraſſent. Quas ſi reſpicimus, itemque in Africa, Aſiaque permultas æque barbaras, videbitur hoc tantum ſummo opifici propoſitum fuiſſe, ut vita fruantur homines, naturæque bonis & voluptatibus contenti ſint, grato animo omnium datorem colentes; ſcientiarum vero inquiſitionem præter naturam paucos aliquos affectaſſe. Talia vero dicentibus non deeſt quod reſponderi poſſit. Prævidit enim certe Deus hominum ingenia eo eſſe proceſſura, ut res cæleſtes ſcrutarentur; ut artes vitæ utiles reperirent; maria quoque navigarent, metalla effoderent. Poſſetne enim horum quidquam præter mentem infinitæ illius intelligentiæ contingere? Quod ſi prævidit, etiam hominum generi ea deſtinata ſunt, nec poterunt artium & doctrinarum ſtudia, quaſi præter naturam eſſent, exiſtimari, quæ in ipſa natura indaganda occupantur. Præſertim cum tanta illa cupiditas amorque ſciendi non poſſint cenſeri fruſtra hominum animis infixa eſſe. Inſtabunt vero rurſus dicentque, de ſiderali ſcientia potiſſimum, ſi ad hanc quoque homines nati ſunt, cur tam | pauci ad eam attendunt? Primum enim ex quatuor Orbis partibus, ſola fere eſt Europa, in qua Aſtronomiæ ſtudia excolantur. Nam Aſtrologiam divinatricem futurorum, quæ non ſcientia, ſed miſerum quoddam ac ſæpe noxium delirium eſt, ne nominandam quidem hic arbitror. At in Europæ Nationibus non unus è centum millibus hæc ſtudia amplectitur aut addiſcere curat. Tum ad tempus quod attinet, multa ſæcula effluxiſſe dicent, antequam aut Aſtronomiæ, aut Geometriæ, ſine qua illa diſci non poteſt, ulla rudimenta innoteſcerent. Sciri enim quo tempore in Ægypto & Græcia primum exortæ fuerint. Ac recte quoque adjicient

p. 58.

Has ſcientias homini præter naturam non eſſe.

p. 59.

Et ils ajouteront auſſi à bon droit qu'il n'y a pas encore quatre-vingts ans [42]) qu'on a découvert le véritable et ſimple mouvement des Planètes, les épicycles fictifs ayant été rejetés alors ſeulement; ce n'eſt donc qu'à partir de ce temps que l'Aſtronomie eſt devenue une avec la connaiſſance de la nature. Pour répondre à cet argument j'ajoute ce qui ſuit à ma réponſe précédente tirée de la conſidération de la providence divine: on ne peut mettre en doute que les hommes ſont nés dans un état tel qu'ils ont dû découvrir graduellement et en un temps fort long les différents arts et ſciences, aucun de ceux-ci ne leur étant inné ni ayant été ſubitement révélé par Dieu; que de plus les ſciences dont nous traitons pour le moment ſont de toutes les plus difficiles et les plus abſtruſes; de ſorte qu'il faut plutôt s'étonner de ce qu'elles ont jamais pu naître que de ce qu'on y a vu clair ſi tardivement. J'avoue qu'en chaque âge peu de gens s'occupent de ces ſciences ou les conſidèrent comme ayant quelque rapport à eux; mais ſi l'on prend une durée de pluſieurs ſiècles, leur Nombre ne ſera pas trouvé ſort petit; et qui niera que leur bonheur eſt plus grand que celui des autres, comme il le leur ſemble auſſi à eux-mêmes? Il ſuffiſait, peut-on dire, que dans ces choſes s'exerçait l'induſtrie d'une petite minorité, attendu que dans ces conditions l'utilité des choſes trouvées s'étendait néanmoins à des nations entières, aux peuples en général. Or, vu qu'aux habitants de cette Terre, ne ſoit-ce qu'à un petit nombre d'entre eux, eſt échu le génie et l'aptitude pour ſonder ces choſes; et qu'ils ne doivent aucunement être eſtimés plus excellents et plus heureux que ceux d'autres planètes, la vraiſemblance que nous avions trouvée reſte entière: chez les habitants de ces planètes auſſi il ſe trouvera des perſonnes auxquelles la ſcience Aſtronomique n'eſt pas étrangère. Pourſuivons maintenant notre inveſtigation et voyons ce qui réſulte encore avec néceſſité de notre dernière concluſion.

Nous avons fait voir qu'avec la ſcience aſtronomique il faut conceder aux Planéticoles non ſeulement la Géométrie et l'Arithmétique mais auſſi les arts Mécaniques et les inſtruments. Ici ſe poſe naturellement la queſtion de ſavoir comment ils peuvent ſe ſervir de ces inſtruments et Machines et de leurs appareils pour obſerver les aſtres et comment ils peuvent tracer des lettres, ce que nous accompliſſons, nous, à l'aide de nos mains; ils auront néceſſairement auſſi des mains ou un autre membre qui puiſſe les remplacer. Un Philoſophe ancien [43]) était d'avis que dans les mains le genre humain poſſède un prérogatif tel qu'il faut les conſidérer comme la cauſe de toute leur ſageſſe. Il voulait évidemment dire que ſans le ſecours des mains les hommes ne ſeraient pas parvenus à la culture de leur eſprit et à la connaiſſance des choſes. En

Que les Planéticoles ont des mains.

[42]) Pourquoi Huygens écrit-il 80 au lieu de 90 ou 100 ans? L'„Astronomia nova" de Kepler date déjà de 1609. Il nous semble évident qu'il a simplement oublié de corriger le nombre 80: comparez la note 17 de la p. 551 qui précède.

[43]) Il s'agit d'Anaxagore: voyez la p. 562 qui précède.

non adhuc octoginta annos præteriiſſe [42]), ex quo verus ac ſimplex Planetarum motus, rejectis Epicyclorum ſigmentis, repertus ſit; atque ita demum Aſtronomia cum naturæ cognitione conjuncta. Hiſce ut occurratur, addam ad ſuperius reſponſum, quod a divina providentia petebatur, dubitari non poſſe, quin ea conditione homines nati ſint, ut multo temporis decurſu paulatim artes diſciplinaſque eruant; nullam enim harum iis ingenitam eſſe, aut ſubito à Deo infuſam, & has de qui|bus nunc agimus, omnium eſſe difficillimas remotiſſimaſque: ut magis mirum ſit unquam incipere eas potuiſſe, quam tam tarde fuiſſe inſpectas. Pauci fateor ſingulis ætatibus has curant, aut ad ſe pertinere exiſtimant: ſed ſi multorum ſæculorum tempora cogitentur, non exiguus fiet illorum Numerus; quos, quemadmodum ſibi videntur, reliquis beatiores eſſe quis negaverit? Denique paucorum induſtria in his rebus exerceri ſatis erat, cum inventorum utilitas ad nationes totas genteſque longe porrigatur. Cum igitur hujus Terræ incolis, etſi paucis tantum, ad ea percipienda ingenium & aptitudo contigerit; nihiloque putandi ſint cæterorum planetarum habitatoribus præſtantiores feliciorefve; manet profecto, quam inveneramus, veriſimilitudo, ut etiam apud illos reperiantur qui cognitione Aſtronomiæ non careant. Nunc ad alia pergamus quæ inde conſequi neceſſe eſt. (p. 60.)

Oſtendimus quomodo unà cum hac ſcientia, non ſolum Geometria & Arithmetice, ſed & Mechanicæ artes, inſtrumentaque incolis Planetarum concedenda ſint. Hic verò jam ſponte obvenit ut quæramus, quo pacto inſtrumentis illis, Machiniſque, & ad ſidera | obſervanda organis uti poſſint, aut quomodo literas ducere; quæ omnia nos manuum opera exequimur. Itaque neceſſario & manus habebunt, vel aliud quodpiam, quod vicem earum fungi poſſit, membrum. In quibus hominum generi tantum eſſe præſidii exiſtimabat è veteribus Philoſophis quidam [43]), ut in iis cauſam reponeret omnis eorum ſapientiæ. Qui, ut puto, hoc ſenſit, abſque manuum opera homines ad cultum animi, rerumque cognitionem non fuiſſe perventuros. Et vere quidem ille. Finge enim pro manibus datas fuiſſe ungulas, ut equis & bubus; nunquam nec oppida (p. 61.)

Planeticolas manus habere.

quoi il avait raifon. Suppofons en effet qu'au lieu de mains des fabots euffent été donnés aux hommes comme aux chevaux et aux boeufs, jamais ils n'auraient pu, tout en étant des créatures raifonnables, bâtir des villes ou même des maifons. Ils n'auraient eu aucun fujet de converfation en dehors de ce qui fe rapporte à la pâture, à la copulation des fexes ou à la queftion de la fécurité. Ils auraient été dénués de toute fcience et de toute recordation des événements. En un mot, ils fe feraient fort peu élevés au deffus du plan des bêtes brutes. Et quel inftrument pourrait être auffi bien adapté que la main à nos innombrables befoins? Les éléphants fe fervent, il eft vrai, avec une merveilleufe dextérité de leur trompe, avec laquelle ils favent enlacer et projeter tous les objets et auffi les foulever s'ils ne font pas trop grands, faculté qui a même valu à cet organe le nom de main, quoiqu'en réalité il s'agiffe d'un nez prolongé. D'autre part la plupart des oifeaux conftruifent leurs nids en fe fervant de leur bec qui les met auffi à même de fe procurer des aliments. Mais en ceci il n'y a rien qui ne le cède de beaucoup à l'agencement des mains. Leur conftruction mécanique, ainfi que celle des bras, eft admirable: elle permet de les étendre, de les contracter, de les mouvoir en tout fens. C'eft avec une merveilleufe induftrie qu'ont été faites les articulations des doigts et du pouce, de telle manière que par la traction des nerfs ils peuvent faifir tous les objets et les tenir fermement. Pour ne rien dire du fens du tact, extrêmement fubtil, dans les extrémités des doigts, à l'aide duquel nous diftinguons un grand nombre d'objets même dans les ténèbres. Il eft donc clair qu'aux peuples Planétaires ont auffi été donnés des mains et des bras ou d'autres organes équivalents qui ne pourraient d'ailleurs guère avoir été inventés avec plus d'adreffe; ceci pour que la nature ne doive pas être cenfée avoir accordé plus qu'à eux non feulement à nous, mais auffi à l'efpèce des finges et à celle des écureuils.

Et des pieds.

On doutera encore moins de leurs pieds fi nous répétons ce que nous avons differté plus haut fur les diverfes façons dont fe meuvent les animaux. Outre celles que nous avons énumérées il ne nous femble pas qu'on s'en puiffe figurer aucune autre. Or, aucune d'elles ne convient auffi bien à des Planéticoles doués de raifon que celle dont nous nous fervons ici. A moins qu'en quelques-uns de ces Globes les habitants n'aient été auffi munis de la faculté de voler; ce qui eft pourtant peu probable à caufe de la néceffité de vivre en fociété dont nous parlerons plus loin.

Des yeux et un vifage faits pour regarder au loin et en haut.

Il n'eft pas invraifemblable que des yeux élevés et un vifage propre à contempler les aftres leur foient tombés en partage, puifqu'on conftate que par la providence divine ceci a été ainfi fait dans le cas du corps humain, ce que les Philofophes célèbrent à bon droit [44]. Quant à la pofition des autres membres, fi nous jugeons digne de louanges la fageffe de l'architecte qui a placé les yeux dans la partie fupérieure du

[44]) Tout lecteur qui connaît les Métamorphoses d'Ovide songera sans doute aux vers 85—86 du Lib. I: sublime dedit coelumque tueri jussit et erectos ad sidera tollere vultus.

nec domos, licet ratione inſtructi, ædificaſſent. Nihil de quo loquerentur habuiſſent, niſi de iis quæ ad pabulum, aut ad conjugium, aut ſui tutelam attinent. Omni ſcientia, omnique rerum memoria caruiſſent: Denique à beſtiis parum abſuiſſent. Quodnam porro inſtrumentum æque accommodatum ac manus eſſe poſſit ad innumera illa ad quæ nobis uſui ſunt, obeunda? Elephanti proboſcide mirabiliter utuntur, qua & amplecti quidvis & projicere, minutioraque quævis è ſolo tollere norunt: unde & manus eorum pars illa dicta eſt, cum reipſa ſit in longum productus naſus. | Roſtro quoque (p. 62). aves pleræque nidos extruunt, alimentaque congerunt. Sed harum nihil eſt quod non manuum oportunitati longè concedat. Et eſt ſane, tam illarum quam brachiorum, mirabilis quædam machinatio; ut protendi, reduci, inque omnem partem moveri poſſint. Tum mirâ induſtriâ inſtituti digitorum ac pollicis articuli, ut nervorum attractu quælibet prehendant, firmiterque contineant. Ut omittam ſenſum illum, in extremis digitis, exquiſitiſſimæ ſubtilitatis; quo vel in tenebris pleraque corpora internoſcimus. Patet itaque aut manus brachiaque, aut aliud quid eorum loco, quod vix æque aptum excogitari poteſt, Planetarum populis datum eſſe, ne non ſolum nobis, ſed & ſimiarum & ſciurorum generi, plus indulſiſſe hac in re natura exiſtimetur.

Et pedes.

De pedibus vero minus etiam dubitabitur, ſi repetamus ea quæ ſupra diſſeruimus de vario animalium inceſſu, qui non videtur aliis modis, quam quos ibi recenſuimus, cogitari poſſe. Inter eos vero non eſt, qui tam bene Planeticolis ratione præditis conveniat, quam quo & nos utamur. Niſi forte & volandi facultatem in aliquibus Globorum iſtorum ac|ceperunt. Quod minus probabile tamen propter vitam in ſocietate (p. 63). degendam, de qua poſtea dicemus.

Erectos oculos, vultumque.

Non caret autem veriſimilitudine, erectos oculos, vultumque ad ſidera contemplanda iis contigiſſe, quandoquidem hoc in hominum corpore providentiâ divinâ ſic inſtitutum videtur, & a Philoſophis merito celebrari ſolet[44]). De reliquorum vero membrorum poſitu, ſi ſapientiam artificis laude dignam cenſemus, quod oculos in ſuprema

corps et les membres moins nobles loin d'eux de manière à les fouftraire plus ou moins aux regards, ne devons-nous pas penfer qu'il a agi à peu près de même en formant les corps des habitants de ces contrées lointaines? Nous ne difons pas pour cela qu'il leur a donné une figure femblable à la nôtre. En effet, il exifte une variété pour ainfi dire infinie de formes poffibles que nous pouvons nous imaginer en fuppofant tant des différences entre les diverses parties de ces corps et les parties correspondantes des nôtres qu'une autre économie extérieure et intérieure de l'enfemble. Nous voyons avec combien d'art et de commodité quelques-uns de nos animaux font revêtus de laine ou de poils, d'autres plus élégamment encore de plumes et de pennes. Pourquoi les Planétaires raifonnables ici confidérés ne feraient-ils pas recouverts d'une façon femblable? Chez nous les bêtes font apparemment à cet égard dans une meilleure condition que les hommes. A moins que ceci n'ait été ainfi établi dans ce but que la nudité même forcerait les hommes à inventer et fabriquer divers genres de couvertures, de forte que ceci ferait un moyen de développer leur intelligence. Il eft au moins évident que de cette néceffité réfulte une importante activité commerciale et induftrielle. Mais la nature a peut-être créé les hommes nus auffi dans le deffein de leur laiffer le choix de fe vêtir plus légèrement ou plus abondamment de manière à fe pouvoir accommoder au féjour dans tous les lieux de la terre. Une autre différence plus grande que celle-ci entre les corps des Planétaires et les nôtres pourrait être fuppofée: nous conftatons que quelques animaux ont été formés par la nature de manière à avoir pour ainfi dire leurs os au dehors et leurs chairs en dedans, enfermés dans les os, comme il en eft des écreviffes, des langouftes et auffi, à un certain degré, des tortues. Cependant elle n'a choifi cette ftructure des membres que dans quelques animaux affez vils. Une autre raifon pour laquelle j'héfite à attribuer cette ftructure aux Planéticoles, c'eft qu'ainfi formés, ils feraient dépourvus de l'ufage fubtil et varié des doigts, duquel nous avons montré qu'ils ont bien befoin. Quant à la laideur de leur figure, ce ferait là un argument qui à lui feul ne ferait pas grande impreffion fur moi.

Qu'il n'en réfulte pourtant pas que leur figure ferait entièrement femblable à la nôtre.

Il faut certes fe garder du préjugé vulgaire fuivant lequel un efprit capable de raifon ne pourrait habiter qu'un corps femblable au nôtre. C'eft d'après cette opinion erronée que prefque tous les peuples, et auffi quelques Philofophes, ont attribué à leurs dieux la forme humaine; il exifte même une fecte Chrétienne qui a reçu fon nom de cette conviction [45]). Or, qui ne voit que ceci eft bafé uniquement fur l'imbécillité et l'opinion préconçue de ces hommes? Et qu'il en eft de même de la prétendue beauté fans pareille du corps humain? Car c'eft ce qui dépend entièrement de l'opinion et de l'habitude et de cette tendance providentiellement inculquée par la nature à tous les animaux, de faire le plus d'état de leurs femblables. Cellef-ci ont en vérité un fi grand pouvoir fur nous qu'à mon avis on ne regarderait pas fans une certaine horreur un animal fort diffemblable à un homme qui fe trouverait faire ufage de raifon et pofféder la faculté de parler. Car fi nous imaginons feulement ou deffinons un être qui, tout en étant femblable à un homme fous tous les autres rapports, a un cou quatre fois plus long, ou bien des yeux ronds et deux fois plus diftants l'un de l'autre, il en réfulte

Que rien n'empêche qu'un efprit raifonnable ne réfide dans une forme tout autre.

corporis parte collocaverit; sordidiora vero membra procul inde, atque a conspectu quodammodo removerit; nonne putandum est eadem fere observasse illum in formandis istorum procul habitantium corporibus? Nec enim propterea dicimus figuram nostræ similem iis tribuisse. Est enim infinita quædam animo concipienda formarum possibilium varietas, qua & singulæ quæque partes istorum corporum à nostris differre queant, & totorum exterior interiorque œconomia. Cernimus quam aptè & commodè animalium nostrorum quædam lana aut pilis vestiantur: alia elegantius etiam plumis pennisque. Quidni isti in Planetis, quos rationis participes diximus, aliqua simili ratione | tecti sint? propter quod meliori quidem conditione bestiæ, quam homines, apud nos esse videntur. Nisi hoc eo fine sic constitutum fuit, ut ipsa nuditas necessitatem hominibus imponeret quærendi ac fabricandi varia operimentorum genera, atque hinc etiam ingenii exercendi materia existeret. Et apparet sane, ex hac necessitate, non minimam commerciorum, artificiorumque mechanicorum occasionem nasci. Sed & propterea forsan nudos homines natura produxit, ut pro arbitrio suo tenuius densiusve amicti incedere possint; atque ita ad quasvis terrarum oras inhabitandas sese componere. Alia vero major hac, quam diximus, differentia intelligi posset inter corpora Planetariorum ac nostra; cum animalia quædam ita à natura formata reperiantur, ut veluti ossa extrinsecus habeant, carnes introrsum, atque ossibus inclusas, qualia sunt cancri, astacique, & fere etiam testudines. Attamen hanc membrorum compagem, & in paucis vilioribus tantum illa secuta est, & Planetarum incolis, quo minus eam tribuam, facit, quod subtili varioque digitorum usu cariturі essent, quo tam valde eos opus habere ostensum fuit: nam absurda specie non multum alioqui moverer. |

Nec tamen hinc sequi eorum formam nostræ plane similem.

(p. 64).

(p. 65).

Etenim omnino cavendum est ab errore vulgi, cum animum rationis capacem non alio in corpore, quam nostris simili habitare posse sibi persuadet. Ex quo factum est, ut populi penè omnes, atque etiam Philosophi quidam, humanam formam diis adscripserint; Imo ut, à simili persuasione, cuidam Christianorum sectæ nomen inditum fuerit[45]). Hoc vero non nisi ab hominum imbecillitate & præjudicata opinione proficisci quis non videt? uti illud quoque, quod eximia quædam pulchritudo humani corporis esse putatur: cum tamen ab opinione & assuetudine id totum quoque pendeat, affectuque eo, quem cunctis animalibus natura provida ingeneravit; ut sui similibus maxime caperentur. Illo verò tantum possunt, ut non sine horrore aliquo animal homini multum dissimile conspectum iri credam, in quo rationis & sermonis usus reperiretur. Nam si tale solummodo fingamus aut pingamus, quod, cætera homini simile, collum quadruplo longius habeat, vel oculos rotundos duploque amplius distantes;

Quo minus animus rationis capax etiam alii formæ inhabitet, nihil impedire.

[45]) La secte chrétienne dont parle Huygens est celle des *anthropomorphistes* de Syrie et d'Egypte du quatrième et cinquième siècles, lesquels se figuraient Dieu sous une forme humaine puisque l'Ecriture parle de ses pieds, de ses mains etc. Erreur condamnée — est-il besoin de le dire? — par l'Eglise. Comparez le Dante, Paradiso IV 43—45:

Per questo la Scrittura condiscende
a vostra facultade, e piedi e mano
attribuisce a Dio, e altro intende.

tout-de-ſuite une figure qu'il nous eſt impoſſible de regarder ſans averſion quoique ſans pouvoir l'accuſer raiſonnablement de difformité.

Que les habitants des Planetes ſont de notre taille ou plus grands.

J'ai dit plus haut, en parlant de la grandeur de ceux qui habitent les Planètes qu'il ſemble probable que leur taille n'eſt pas beaucoup inférieure à la nôtre. Ma première raiſon c'eſt que, de même que les corps humains ont à la grandeur de la Terre une proportion telle qu'ils peuvent la parcourir en entier et apprendre à connaître ſa forme et ſon volume, il eſt probable que dans le cas des autres Planètes et de leurs habitants raiſonnables la choſe a été ordonnée de même, à moins que nous ne voulions encore une fois nous juger ſupérieurs à eux ſous ce rapport aſſez important. D'autre part, comme nous avons fait voir que l'aſtronomie et l'art d'obſerver y ſont cultivés, il s'enſuit qu'ils ont été pourvus de corps capables de manipuler le bois et les métaux et de les utiliſer pour la conſtruction d'inſtruments et de machines; leſquels donnent d'autant plus de réſultats qu'ils ſont plus grands. Si nous nous figurons des nains de la taille de ſouris, ceux-ci ne pourraient pas faire de bonnes obſervations aſtronomiques; ils ne ſauraient ni conſtruire des inſtruments à cet effet ni même s'en ſervir. J'eſtime donc qu'il faut certainement les ſuppoſer égaux ou ſupérieurs à nous-mêmes, ceci ſurtout en Jupiter et Saturne dont les Globes ſurpaſſent tant de fois notre Terre en grandeur.

Qu'ils vivent en ſociété.

Enſuite, puiſque, comme nous l'avons dit, l'étude de l'aſtronomie ne peut être pourſuivie ſans la notation des choſes obſervées, et puiſque d'autre part l'art d'écrire n'appartient qu'à ceux qui vivent en ſociété et n'a pu être inventé que ſous l'empire des néceſſités urgentes de la vie, tandis qu'il en eſt de même e.a. pour l'art des charpentiers et celui des fondeurs de métaux, il s'enſuit (ce que j'admettais déjà plus haut) que les ſociétés ſont en honneur chez les habitants des Planètes et qu'ils ſe prêtent mutuellement des ſervices, qu'il exiſte donc là-bas ſous ce rapport une grande reſſemblance aux choſes de chez nous. C'eſt pourquoi il faut dire de plus que les habitations ſtables leur conviennent mieux que la vie ambulante. Quoi donc? auront-ils auſſi les autres inſtitutions propres à la vie ſociale? des lois, des Magiſtrats, des maiſons cloſes, des villes, des marchandiſes et du commerce? Il eſt établi que chez les barbares de l'Amérique ainſi que chez les peuples inſulaires ces inſtitutions exiſtaient à peu près comme chez nous déjà au temps où l'on pénétra dans leurs domaines pour la première fois. Je ne voudrais cependant pas nier que ces choſes peuvent être différentes des nôtres dans les autres Planètes, puiſque parmi les inſtitutions nommées quelques-unes pourraient faire défaut à une ſociété d'êtres raiſonnables, n'ayant été inventées que pour que nous ne faſſions pas de notre raiſon un uſage mauvais, nuiſible à autrui, et qu'ainſi la ſociété riſquât de ſe diſſoudre.

Car il eſt poſſible que ſur ces autres globes on vit dans une telle abondance qu'on ne déſire rien qui appartient à autrui et qu'on ne vole pas. On peut y être ſi équitable et bien équilibré qu'on y obſerve perpétuellement la paix, qu'on ne ſe dreſſe pas d'embûches les uns aux autres, qu'on ne s'entretue point; mieux encore qu'on ne ſe hait point et qu'on n'entre point en colère. S'il en était ainſi ces perſonnes-là devraient

continuo eæ figuræ nafcuntur, quas non poffimus intuentes non averfari, quamvis ratio deformitatis nulla reddi queat.|

Dixi in fuperioribus cum de magnitudine agerem incolarum qui in Planetis funt, veriſimile videri non effe eos valde exiguos nobifcum comparatos. Suadet enim hoc primò, quod probabile fit, ficut corpora hominum fe habent ad Telluris magnitudinem, ut peragrare univerfam poffint, atque ita formam molemque ejus cognofcere; eodem modo & in cæteris Planetis incolifque eorum rationalibus ordinatum effe; nifi hac in re, quæ fane magna eft, nos ipfis rurfus præferre velimus. Deinde cum fiderum fcientiam & obfervationes apud eos exerceri oftenderimus, fequitur ut & corpora nacti fint lignis metallifve tractandis, inque inftrumenta machinafque adaptandis, idonea. Quæ & eo præftabiliora funt quo ampliora. Ac fane fi homunciones quofdam, muribus non majores, cogitemus, non poffent ij fiderum animadverfiones, quales requiruntur, inftituere; nec inftrumenta ad eas parare, aut difponere. Itaque omnino vel æquales nobis ponendos effe exiftimo, vel majores, ac præfertim in Jove, Saturnoque, quorum Globi tanto Tellurem noftram fuperant. (p. 66). Planeticolas nobis vel æquales vel majores effe

Porro quia, ut diximus, aftronomiæ ftudium fine annotatione obfervatorum non po|teft procedere, ars vero fcribendi non nifi in focietate ratione utentium, & cogentibus vitæ neceffitatibus, inveniri potuit; neque magis ars fabrorum aut fuforia; fequitur ex eo (quod fupra dicebam) & focietates coli apud Planetarum indigenas, ac mutuas operas eos inter fe præftare; adeoque hac parte fimilitudinem magnam ibi effe noftratium rerum. Quamobrem & certas ftabilefque fedes potius quam ambulatoriam vitam iis convenire dicendum eft. Quid igitur? an & cætera fociali vitæ propria habebunt? leges, Magiftratus, tecta, urbes, mercaturas aut rerum permutationes? Certe equidem apud barbaros Americæ & infularum populos, cum primum ad eos perventum eft, eadem hæc fere jam in ufu erant. At non propterea negaverim aliter ifta in Planetis cæteris fe habere poffe quam apud nos; cum ex iis quædam fint quæ abeffe queant à focietate animalium ratione præditorum; eoque tantum excogitata, ne ratione male utamur & cum aliorum injuria, itaque focietas folvatur. Poffunt enim in aliis iftis globis in ea rerum abundantia verfari, ut nihil alieni appetant, rapiantve. Poffunt ea effe æquitate, ut pacem perpetuo colant, nec fibi | invicem infidientur, aut mortem inferant; imò ut neque oderint nec irafcantur; quod fi effet, multo quàm nos feliciores (p. 67). Eos in focietate vivere. (p. 68).

être estimées bien plus heureuses que nous. Mais il est plus vraisemblable que, tout comme chez nous, là-bas aussi le mal est mêlé au bien, la sottise à la sagesse, la paix à la guerre, et que l'indigence, maîtresse des arts, n'y fait pas défaut. En effet, nous avons montré auparavant que ceci aussi a son utilité; et même s'il n'y en avait point, nous n'aurions cependant pas de cause pour préférer leur condition à la nôtre.

Qu'ils jouissent du plaisir des conversations.

Ce que je dirai maintenant, semblera assez osé, je le sais, sans cependant être improbable. Si les peuples Planétaires vivent en société (ce que nous avons conclu tout-à-l'heure) je soutiens qu'outre les commodités qui en résultent ils en éprouvent un plaisir semblable à celui que nous recueillons de nos réunions et conversations amicales, de nos amours, de nos farces, de nos spectacles. Ceci, dis-je, est probable, parce que, si nous ne concédions rien de tel aux Planéticoles, mais que nous les considérions comme vivant toujours sérieusement, sans aucune gaîté ni aucun divertissement, nous leur dénierions un excellent condiment de la vie dont celle-ci pourrait difficilement se passer, et que nous supposerions ainsi notre vie à nous plus heureuse, contrairement aux postulats de la raison.

Pour faire un examen ultérieur de leurs occupations et passe-temps, voyons lesquelles de leurs affaires, outre celles dont nous avons déjà parlé, ont probablement quelque ressemblance aux nôtres. Qu'ils se construisent des maisons, c'est ce qu'on peut inférer avec une grande vraisemblance du fait que, comme nous l'avons fait voir, dans ces terres-là aussi il tombe des pluies. Ceci en effet suivait du fait qu'en Jupiter nous apercevons certaines bandes variables de nuages contenant sans doute des vapeurs et de l'eau, laquelle nous argumentions aussi pour d'autres raisons n'y faire pas défaut. Il y aura donc des ondées et des vents parce qu'il est nécessaire que l'humidité attirée par le Soleil retombe sur la terre et que les vapeurs engendrées par la chaleur par la dissolution de l'humidité sont cause de vents; le souffle de ces derniers se reconnait à la dite figure variable des nuages de Jupiter. C'est donc contre ceci que probablement, pour pouvoir passer les nuits en sécurité et en paix (en effet, ils ont, comme nous, des nuits, partant aussi du sommeil), ils se munissent en bâtissant des maisons et des chaumières ou en creusant des cavernes. Et cela d'autant plus que chez nous toute espèce animale à l'exception des poissons [46], fait des constructions de ce genre pour sa sécurité. Mais pour quelle raison penserions-nous que des maisonnettes et des chaumières seulement sont construites par les habitants des Planètes et non pas des maisons amples et magnifiques, si ce n'est celle que nous ne pouvons pas nous imaginer que nos choses à nous ne seraient pas belles et parfaites au-dessus de toutes les autres? Or, que sommes nous? Nous sommes ceux qui habitent ce petit globe qui n'est pas même une dix-millième partie des globes de Saturne ou de Jupiter, lorsqu'on fait la comparaison de leurs volumes. Aucune raison ne peut donc être alléguée pour laquelle on ne con-

Qu'ils construisent des maisons contre la pluie.

[46]) Ou du moins de la grande majorité des poissons.

putandi sint. Sed verisimilius est, ut quemadmodum apud nos, sic ibi quoque bonis mala, sapientiæ stultitia, paci bellum misceatur, nec desit egestas artium magistra. Quia & ex his utilitatem aliquam proficisci antea ostendimus; &, si nulla esset, tamen nec præferendi res illorum rebus nostris causam habemus.

Colloquiorum jucunditate frui.

Quod autem nunc dicam, audacius, scio, videbitur; nec tamen probabilitate caret. Nempe, si in societate (quod jam penè obtinuimus) vivant gentes Planetarum: etiam, præter commoda inde provenientia, voluptate aliqua tali eas affici, quali nos, ex congressibus colloquiisque amicorum, amoribus, jocis, spectaculis. Hoc, inquam probabile est, quia si nihil horum Planeticolis concedamus, sed semper eos seriò, ac sine omni hilaritate, aut animi remissione agere putemus; ingens vitæ condimentum, quoque vix illa carere possit, iis adempturi simus, atque ita nostram hanc beatiorem facturi: contra quam ratio postulat.

De reliquis vero occupationibus & studiis (illorum ut porrò inquiramus; videndum (p. 69.) est quænam istorum, præter ea quæ jam diximus, cum nostris aliquam similitudinem habere probabile sit. Domos sibi eos construere, ideo vel maxime credere libet, quòd & pluvias in terris illis cadere ostendimus. Sequebatur enim hoc ex eo, quod in Jovis Planeta nubium quidam mutabiles tractus cernuntur; vapores, aquamque haud dubie continentes: quam aliunde quoque illic non deesse argumentis adstruebamus. Erunt ergo & imbres & venti, quia attractum à sole humorem recidere in terram necesse est; & calore soluti vapores ventorum causa sunt; quorum flatus ex illa nubium Jovialium mutabili facie cognoscitur.

Domos adversus pluviam extruere.

Adversus hoc ergo, ut noctes tuto & quiete transigant (habent enim & noctes & somnum proinde, uti nos) munire se eos, casasque ac tuguria ædificare, aut specus effodere, verisimile est. Atque eo magis quod omne genus animalium, apud nos, exceptis piscibus[46]), ad sui tutelam hæc molitur. Cur vero casas & tuguria, & non domos amplas & magnificas Planetarum habitatoribus extrui credamus, nisi quod non possimus res nostras non præ omnibus pulchras perfectasque putare. | Qui autem nos? Nempe in globulo illo vitam agentes, qui non decies (p. 70.) millesimam partem globorum Saturni aut Jovis æquet, si corporum moles inter se conferantur. Nulla equidem ratio adferri potest cur non Architecturæ elegantiam, symmetriamque, æque cognitam habeant in istis cæterisque Planetis, ac nos in nostro: nec cur non palatia, turres, pyramidesque alicubi nostris multo altiores sumptuosioresque,

naîtrait pas en ces autres Planètes aussi bien que chez nous l'élégance et la symétrie de l'Architecture, ou pourquoi on n'y bâtirait pas quelque part des palais, des tours et des pyramides beaucoup plus élevés et plus somptueux, et tout aussi harmonieux, que les nôtres. Et comme dans ces choses s'exerce une industrie fort variée des hommes, telle que celle qui s'occupe de la taille des pierres, de la cuisson de la chaux et des briques, de l'usage du fer, du plomb, du verre et aussi de l'or pour les ornements, il est vraisemblable que là-bas se trouvent des industries nullement inférieures à toutes celles d'ici.

Que si la surface de chacun de leurs Globes est divisée d'une manière semblable à celle de chez nous, c. à. d. qu'une partie est occupée par de la terre ferme et une autre par des mers comme on peut le conclure des observations susmentionnées de Jupiter, puisque des nuages ne peuvent guère provenir que de vastes nappes d'eau, il y a une très forte raison pour les juger aussi navigateurs. Même sans pouvoir alléguer ces raisons nous ne saurions sans arrogance revendiquer pour notre Globe Terrestre seul une chose si importante et si utile. C'est surtout sur les mers de Jupiter et de Saturne que la navigation doit être commode à cause de l'abondance des Lunes, par le moyen desquelles ce qu'on appelle la mesure des longitudes, qui ne nous est pas possible de cette manière, y doit être facilement obtenue. Que s'ils font usage de navires, combien d'autres choses n'auront-ils pas qui s'y rapportent: des voiles, des ancres, des cordes, des poulies, des gouvernails, et, comme nous, l'usage particulier de tous ces attirails, de sorte qu'ils pourront naviguer avec un vent presque contraire, et vers deux côtés opposés avec le même vent. Il ne leur manquera peut-être pas non plus l'invention de la boussole si le mouvement de la matière magnétique qui traverse continuellement notre globe est une chose à laquelle correspond un mouvement analogue dans le cas des autres planètes. La science Mécanique et l'Astronomie sont absolument nécessaires dans la navigation, donc aussi la maîtresse de l'une et de l'autre, savoir la Géométrie, dont nous avons déjà parlé plus haut.

Qu'ils naviguent et pratiquent donc aussi les arts qui s'y rapportent.

J'estime d'ailleurs, même en n'ayant pas égard à ces arts ou à quelques autres dans lesquels ou bien la nécessité ou bien l'occasion a fait naître une Géométrie primitive, que les raisons ne manquent pas pour lesquelles il est vraisemblable que la connaissance de cette science est échue aux Planéticoles. Car soit qu'on considère le prix et la dignité de cette science en elle-même, dans laquelle il est fait un insigne usage de notre intelligence et se trouve une compréhension certaine et indubitable de la vérité, comme elle n'existe en nulle autre chose et en nulle autre science; soit qu'on tient compte du fait que sa nature est telle et que tels sont aussi ses axiomes et ses énoncés qu'elle doit être partout absolument la même en quelqu' endroit et à quelque temps ou en quelque monde qu'elle se présente; il semble bien qu'une chose de si grande valeur n'ait pas été instituée pour nous seuls, rendue accessible aux habitants de notre Terre seulement. N'est-il pas vrai que la nature même nous présente de beaucoup de manières des figures Géométriques, par exemple des circonférences de cercles, des triangles, des polygones, des sphères, et nous invite pour ainsi dire à en chercher les

Comme aussi la Géométrie.

nec minori concinnitate exædificent. Cumque multiplex ſit hominum in his rebus induſtria; ut in cædendis lapidibus, coquenda calce & lateribus; cum ferro, plumbo, vitro utantur, atque ad ornatum auro quoque; his omnibus nihilo inferiora illic haberi veriſimile eſt.

Si vero diviſa eſt illis, ſicuti nobis, Globi ſui ſuperficies, ut pars terram, pars maria contineat; uti ex ſupra memoratis Jovis obſervationibus colligi poteſt, quia nubes vix aliter quam ex maris amplis tractibus enaſcerentur; permagna ratio eſt ut & navigare eos putemus. Cum alioqui etiam rem tantam, tamque utilem, noſtræ Telluris Globo ſoli non abſque arrogantia aſcripturi ſimus. Præſertim verò in Jovis Saturnique maribus commoda eſſet | navigatio propter Lunarum plurium utrobique copiam; quarum (p. 71.) ductu longitudinum menſuram, quam vocant, quæ nobis non contigit, facile conſequi poſſint. Quod ſi navium uſum habent, quam multa præterea habebunt quæ ad eas pertinent; Vela, anchoras, funes, trochleas, gubernacula; & horum uſum peculiarem quemadmodum nos; ut vento penè contrario navigetur, in contrarias vero partes eodem vento facillime. Nec fortaſſe nauticæ pyxidis invento carebunt; ſiquidem motus materiæ magneticæ, quæ terræ globum continue pervadit, eſt ejuſmodi quid, ut cæteris quoque planetis convenire cenſeri poſſit. Mechanicæ quidem ſcientia, & Aſtronomiæ, in re navali neceſſario requiritur, atque adeo utriuſque harum magiſtra Geometria, de qua jam ante aliquid attigimus.

Navigare, adeoque & artes, quæ eo faciunt excolere.

Exiſtimo autem, etiamſi nec ad iſtas artes nec ad alias quaſdam reſpiciamus, in quibus vel neceſſitas vel occaſio Geometriæ inveniendæ initium fecerit, non deeſſe rationes, quibus veriſimile fiat ejus notitiam Planetarum incolis obtigiſſe. Sive enim cognitionis ipſius pretium ac dignitas ſpectetur, in qua ſingularis quidam intelligentiæ eſt uſus, ac certa | indubitataque veri comprehenſio, quanta in nullis rebus diſciplinisve (p. 72.) aliis reperitur: ſive quod eſt ejuſmodi natura ſua, ac talia ejus axiomata & effata, ut quocunque loco & tempore, aut quibuſcunque in mundis extet, prorſus eadem ubique eſſe debeat; videtur omnino non ſolis Telluris noſtræ incolis res talis parata aut oblata eſſe. Quid quod figuras Geometricas, velut circulos, triangula, polygona, ſphæras, multis modis natura ipſa oculis objicit, ad variaſque eorum proprietates indagandas quaſi invitat; in quarum contemplatione, etiam extra utilitatem omnem, ſumma eſt

Ut & Geometriam.

diverſes propriétés, dans la contemplation desquelles, même en dehors de toute utilité, il y a un fort grand plaiſir? Qui n'eſt pas ſaiſi d'admiration lorſqu'il apprend ce qui eſt enſeigné ſur la circonférence de cercle dans les Éléments d'Euclide et dans les lieux Plans d'Apollonius, ou ce qu'Archimède a publié ſur la ſurface de la ſphère et la quadrature de la Parabole, ou qu'il conſidère les découvertes ſi ſubtiles des auteurs modernes? Or, la vérité de toutes ces choſes et les voies qui y conduiſent ſont les mêmes en Saturne et Jupiter que chez nous; tout y dépend des mêmes principes fort ſimples, ce qui doit nous porter à croire bien facilement qu'en ces autres planètes il y a des individus qui prennent part à cette fort belle et fort agréable étude; quoique le plus grand argument pour cette thèſe ſe tire de l'utilité de la dite ſcience pour toute la vie. Que ſi je diſais que les habitants des Planètes ont pénétré aſſez loin dans le domaine de la Géométrie pour avoir inventé les Tables des Sinus et les Logarithmes et le calcul Analytique, il pourrait ſembler que j'avançais des choſes étranges et preſque ridicules. Il n'y a cependant aucune raiſon pour ne pas admettre qu'ils peuvent avoir trouvé une partie de ces choſes ou qu'ils les trouveront plus tard; et même peut-être des théories plus remarquables que celles que nous poſſédons. Car nous ne devons pas, comme je l'ai déjà ſouvent dit, préférer nos conditions, en nous préférant nous-mêmes, à celles des Planéticoles.

Il eſt de plus certain que ce que nous remarquons d'unique et d'éternel dans la ſcience Géométrique ſe trouve également dans celle de l'Harmonie, puiſque toutes les conſonances conſiſtent dans une meſure et proportion conſtantes, et que tout l'ordre des tons, ainſi que tout le charme du chant même univocal, ſont fondés ſur les conſonances. D'où s'enſuit que chez tous les peuples on chante les mêmes intervalles, ſoit que la voix progreſſe par des degrés continus ſoit que ce ſoit par des ſauts. Des auteurs dignes de foi rapportent même qu'en Amérique vit un certain animal qui fait entendre ſix tons muſicaux ſucceſſifs*); d'où reſſort que la nature même en preſcrit les invariables rapports. Comme ce qui ſe rapporte à ce ſujet eſt donc conſtitué d'une façon certaine, unique et néceſſaire, il eſt vraiſemblable que, non moins que la Géométrie, le plaiſir de la Muſique appartient à plus d'individus qu'à nous. Car, l'exiſtence d'autres terres et d'autres animaux raiſonnables et doués du ſens acouſtique ayant été une fois admiſe, pourquoi ce plaiſir uniquement réaliſable par le ſon ne ſerait-il tombé en partage qu'à nous? J'ignore de quel poids ſera pour autrui l'argument tiré ici par nous de l'unité et de l'immuable nature de ces arts; pour moi il n'eſt ni faible ni mépriſable; il me ſemble n'être guère inférieur en force à celui dont je me ſuis ſervi plus haut en établiſſant que la faculté de voir convient aux animaux Planétaires.

La Muſique.

Or, s'ils prennent plaiſir aux tons harmonieux et au chant, il eſt auſſi preſqu'impoſſible qu'ils n'aient pas trouvé quelques inſtruments muſicaux, puiſqu'il doit leur être arrivé de tomber même par haſard ſur des inventions de ce genre, grâce par exemple à des cordes fort tendues, à des ſons aériens, au bruit du ſouffle dans des tiges de roſeaux ou de cigues. De même que nous ſommes parvenus de pareils commencements aux lyres, aux guitares, aux flûtes, aux inſtruments à un grand nombre

oblectatio. Quis enim non admiratur, cum diſcit ea quæ de circulo in Elementis Euclideis, & Apollonii locis Planis docentur? aut quæ de ſphæræ ſuperficie & quadratura Parabolæ Archimedes prodidit, aut recentiorum ſubtiliſſima inventa? Quorum omnium eadem, & ad diſcendum æque expoſita, eſt veritas in Saturno, ac Jove, atque apud nos, & ex iiſdem ſimpliciſſimis principiis pendens, quo facilius credi poteſt pulcherrimi jucundiſſimique ſtudii in illis ac cæteris planetis aliquos participes eſſe: Etſi præcipue hoc ſuadet utilitas quæ ex eo in omnem vitam emanat. | Quod ſi jam eo uſque rei Geometricæ peritos qui in Planetis ſunt dicerem, ut & Tabulas Sinuum, & Logarithmos, & calculum Analyticum invenerint; abſona ac pene ridicula proferre viderer. Nec tamen quidquam obſtat quin horum aliquid reperiſſe potuerint, aut aliquando reperturi ſint; atque etiam his noſtris fortaſſe majora. Non debemus enim, ut jam ſæpe diximus, præferre nos ipſos ac res noſtras rebus Planeticolarum. (p. 73)

Cæterum illud quod uniuſmodi & æternum in Geometrica ſcientia ineſſe animadvertimus, ſimiliter quoque in Harmonicis inveniri certum eſt; cum conſonantiæ omnes conſtanti menſura ac proportione conſtituantur, omnis vero phtongorum ordo, omniſque cantus delectatio, etiam vocis ſingulæ, in conſonantiis fundata ſit. Quo ſit ut apud omnes gentes eadem tonorum intervalla canantur, ſive per gradus continuos, ſive ſaltu vox progrediatur. Imo animal quoddam in terris Americæ reperiri ſide digni auctores narrant, quod ſex muſicos tonos deinceps voce exprimat*): Ut appareat ipſam naturam immutabili ratione eos præſcribere. Quandoquidem igitur quæ huc ſpectant, certa quoque & | unica, & neceſſaria ratione ſeſe habent, veriſimile eſt, non minus quam Geometriæ, etiam Muſicæ oblectationem ad plures quam ad nos pertinere. Poſitis enim aliis terris atque animalibus ratione & auditu pollentibus, cur tantum his noſtris contigiſſet ea voluptas, quæ ſola ex ſono percipi poteſt? Neſcio equidem quantum apud alios valiturum ſit argumentum, quod hic ab unitate, & immutabili natura iſtarum artium petiimus; mihi non leve aut contemnendum videtur, nec multum ei cedere, quo in ſuperioribus uſus ſum, cum videndi facultatem Planetariis animalibus convenire docui. (Muſicam.) (p. 74)

Porro ſi tonis harmonicis & cantu delectentur, vix quoque fieri poteſt quin & inſtrumenta quædam muſica repererint: quoniam & caſu in hujuſmodi inventa incidere contingit: velut chordis valide contentis, aeris ſono, cannarum aut cicutarum ſibilo. A quibus initiis, ſicuti ad teſtudines, citharas, tibias, & organa polyplectra nos perve-

---

*) ?

de cordes, de même auront-ils pu inventer, eux, des instruments non moins élégants. Mais tandis que les tons et les intervalles des chants sont bien déterminés, nous voyons cependant auprès d'un nombre de divers peuples autant de différents modes et normes de chant: il en était ainsi dans l'antiquité pour les peuples Dorique, Phrygique et Lydique; dans le présent siècle pour les Français, les Italiens et les Persans. Il est donc possible que l'Harmonie des Planétaires s'écarte assez loin de toutes celles que nous venons de mentionner, en étant pour leurs oreilles fort agréable. Mais il n'y a pas de raison pour la juger plus primitive que la nôtre: pourquoi ne feraient-ils pas usage, eux aussi, de sons chromatiques et de quelques sons Enharmoniques? puisque la nature fournit aussi les semitons et les définit par des proportions fixes. Pour qu'ils ne soient pas allés moins loin que nous dans ces matières, il faudra peut-être aussi leur accorder la polyphonie des voix ou des cordes, la mixture artificielle tant des tons dissonants que du triton et de la quinte diminuée. Je sais que ceci aura bien peu de vraisemblance pour beaucoup de gens, moins encore si nous proclamons les habitants de Jupiter ou de Vénus aussi doctes que ceux qui excellent le plus dans cet art en France ou en Italie. Et cependant il peut être vrai qu'ils les surpassent même; ils peuvent nommément dans la partie Théorique de cet art avoir été à même de comprendre ce qui jusqu'ici est resté plus ou moins inintelligible aux hommes de cette terre-ci. En effet, si vous demandez à nos Musicologues pourquoi la succession de deux quintes est fautive [47]), d'aucuns diront que la trop grande douceur doit être évitée qui proviendrait de la répétition d'une consonance si agréable; d'autres que dans l'harmonie il faut rechercher la variété. Voilà ce que répondent nos principaux auteurs sur cet art, et parmi eux Descartes [48]). Mais un habitant de Jupiter ou de Vénus démontrera peut-être que la cause plus véritable c'est la suivante: en passant immédiatement d'une Quinte à une autre, il se produit quelque chose d'analogue au passage subit à un autre mode, puisque la Quinte, jointe au son qui la partage en tierce (lequel, s'il fait défaut, est mentalement ajouté) définit le mode: or, un tel changement de mode est à bon droit jugé par les oreilles désagréable et mal fondé, comme aussi généralement nous

Qui pourrait cependant différer de la nôtre.

Pourquoi il est fautif de faire succéder une quinte à une quinte.

[47]) Voyez aussi sur cette question les p. 129 et 170 du T. XX. A la p. 110 du dit Tome nous avons fait mention de la présente page du Cosmothéoros.

[48]) Dans le Ch. XII („De ratione componendi et modis") de son „Compendium Musicæ" Descartes s'exprime comme suit: „... ad majorem elegantiam & concinnitatem hæc sequentia observanda sunt: ... Secundo. Ut nunquam duæ octavæ vel duæ quintæ se invicem consequantur immediate. Ratio autem quare id magis expresse prohibeatur in his consonantijs quam in alijs, est quia hæ sunt perfectissimæ; ideoque, dum una ex illis audita est, tunc plane auditui satisfactum est. Et nisi illico aliâ consonantiâ ejus attentio renovetur, in eo tantùm occupatur, ut advertat parum varietatem & quodammodo frigidam cantilenæ symphoniam. Quod idem in tertijs alijsque non accidit: immò, dum illæ iterantur, sustentatur attentio, augeturque desiderium, quo perfectiorem consonantiam expectamus".

nimus, ita illi quoque non minus elegantia excogitare potuerint. Sed quemadmodum certi definitique licet fint toni, cantufque intervalla, tamen apud diverfos populos alium | atque alium effe canendi morem ac normam videmus; ut olim apud Dores, Phrygas, Lydos; noftra ætate apud Gallos, Italos, Perfas: ita fieri poteft ut ab omnibus his longius abeat Planetariorum Harmonice, quamvis illorum auribus gratiffima. Cur vero noftra rudiorem opinemur nulla ratio eft; neque etiam cur non & chromaticis fonis, & quibufdam Enarmoniis utantur? cum hemitonia quoque natura fuppeditet, certifque proportionibus definiat. Imo ne minus affecuti fint hifce in rebus quam nos, etiam plurium vocum aut chordarum concentus, artificiofaque permiftio, & diffonantium tonorum, & tritoni, & diapente diminutæ ufus iis fortaffe concedendus fit. Scio vix aliquam verifimilitudinem apud multos hæc habitura, ac minorem etiam, fi æque doctos dicamus in Jove aut Venere incolentes, ac funt ii qui in Gallia, Italiave plurimum hac arte excellunt. Et tamen fieri poteft ut vel illis peritiores fint, ac præcipue in parte Theoretica hujus artis ea perfpexerint, quæ apud noftrates hofce parum hactenus intellecta funt. Si enim ex noftris Muficis quæras, cur confonantia diapente poft aliam fimilem vitiofe ponatur[46]), dicent | alii nimiam dulcedinem devitari, quæ ex gratiffimæ confonantiæ iteratione nafcatur: alii varietatem in harmonicis fequendam effe. Hæc enim præcipui artis auctores, cumque iis Cartefius[48]), adferunt. At Jovis aut Veneris incola forfan veriorem hanc caufam demonftrabit, quod à Diapente ad aliam deinceps pergendo, tale quid fiat, ac fi repente toni ftatum immutemus; cum Diapente, unà cum interjecto ditoni fono, (qui fi defit, mente fuppletur) toni fpeciem certo conftituat: hujufmodi vero fubita commutatio auribus merito injucunda incondi-

p. 75.

Quæ tamen a noftra diverfa effe poffet.

p. 76.

Cur confonantia diapente poft aliam fimilem vitiofe ponatur?

frappe comme plutôt dure (ſi ce n'eſt en paſſant) la ſucceſſion de trois ſons conſonants à l'harmonie de trois autres, aucun des trois premiers n'étant conſervé. Ce même habitant ſaura peut-être ce qu'aucun de nos hommes n'a encore remarqué, ſavoir pourquoi dans aucun chant monophone ou polyphone, le ton ne peut être maintenu à la même hauteur ſi ce n'eſt par cette cauſe que la plupart des intervalles conſonants ſont ſpontanément et inconſciemment tempérés de manière à s'écarter quelque peu des intervalles parſaitement juſtes. Et pourquoi dans un ſyſtème de cordes ce tempérament eſt le meilleur lorſque de la Quinte un quart de comma eſt partout retranché. Ce que nous avons récemment montré pouvoir être effectué ſans différence ſenſible par la diviſion des octaves en 31 parties égales, d'où réſulte un certain cycle Harmonique fermé [49]. Or, ſi les habitants des Planètes ont conçu ces vues théoriques, il eſt néceſſaire que les nombres Logarithmiques leur ſoient auſſi connus.

Démonſtration de la néceſſité d'appliquer un tempérament au ton de la voix.

Ce que j'ai dit de la néceſſité de tempérer le Ton de la voix, demande une démonſtration qui n'eſt pas difficile; nous l'ajoutons ici attendu que nous avons déjà commencé à débiter autre choſe que nos rêves. Je dis donc que ſi quelqu'un chante ſucceſſivement les ſons que les Muſiciens déſignent par les Lettres C, F, D, G, C par des intervalles conſonants abſolument parfaits, en élevant et baiſſant alternativement la voix, ce dernier ton C ſera inférieur de tout un Comma (comme on dit) au premier C d'où partait ſon chant. C'eſt ce qu'on peut conclure du fait que des rapports juſtes correſpondant à ces intervalles, leſquels ſont 4 à 3, 5 à 6, 4 à 3, 2 à 3 ſe compoſe le rapport 160 à 162 au 80 à 81 qui eſt celui du Comma. De ſorte que, ſi ce chant eſt répété neuf fois, il faut que la voix ait baiſſé à peu près d'un ton majeur, correſpondant au rapport 8 : 9. Mais le ſens de l'ouïe ne ſouffre aucunement cette deſcente; il ſe ſouvient au contraire du ton initial et y retourne. Nous ſommes donc obligés de faire uſage d'un certain tempérament occulte et de chanter ces intervalles imparfaitement, ce dont réſulte une offenſe de l'oreille beaucoup moindre. Et c'eſt preſque partout que le chant a beſoin d'une pareille correction, comme cela appert facilement par une compoſition des rapports telle que celle ci-deſſus. Voilà ce que nous avons voulu expoſer à l'avantage de ceux qui étudient cet art et ne ſont pas dénués de toute connaiſſance de la Géométrie. Nous retournons maintenant au point d'où nous étions partis.

Nous avons parlé de certains arts et de certaines inventions que les Planéticoles ont vraiſemblablement en commun avec nous. Outre ceux-ci il faut qu'il en exiſte là-bas d'autres encore, ayant trait ſoit à l'uſage et la commodité de la vie ſoit aux divertiſſements. Combien ces arts ſont nombreux et importants, c'eſt ce que nous nous figurerons le mieux en énumérant et plaçant devant nos yeux ceux qui ſe trouvent chez nous.

[49]) Consultez sur ce sujet le T. XX.

taque judicetur; cum etiam in univerſum ea plerumque durior accidat, (præterquam in tranſitu) quæ ſit à tribus ſonis conſonis, ad trium aliorum harmoniam, nullo priorum manente. Sciet etiam ille idem fortaſſe, quod nemo adhuc animadvertit noſtrorum hominum, cur in nullo vocis unius, pluriumve cantu, tonus ſervari poſſit in eadem altitudine ac tenore, niſi conſonantia intervalla pleraque ultro, ac nemine advertente, ita temperentur, ut à perfectione ſumma nonnihil deſciſcant. Et cur optimum ſit hoc temperamentum in chordarum ſyſtemate, cum ex Diapente quarta pars | commatis [p. 77.] ubique deciditur. Quod idem abſque ſenſibili diſcrimine effici ex diviſione Diapaſon in partes æquales 31, indeque Cyclum quendam Harmonicum in ſe redeuntem exiſtere, non ita pridem oſtendimus[47]). Quod tamen Planetarum incolæ ſi perſpexerunt, etiam Logarithmorum numeri iis noti eſſe debebunt.

At de Tono vocis temperando quod dixi, probationem habet non difficilem; quam hic adjungimus, quandoquidem jam aliquid præter ſomnia noſtra venditare cœpimus. Ajo itaque, ſi quis canat deinceps ſonos, quos Muſici notant Literis C, F, D, G, C, per intervalla conſona, omninò perfecta, alternis voce aſcendens deſcendenſque; jam poſteriorem hunc ſonum C, toto Commate, quod vocant, inferiorem fore C priore, unde cani cœpit. Quia nempe ex rationibus intervallorum iſtorum perfectis, quæ ſunt 4 ad 3, 5 ad 6, 4 ad 3, 2 ad 3, componitur ratio 160 ad 162, hoc eſt 80 ad 81, quæ eſt Commatis. Ut proinde, ſi novies idem hic cantus repetatur, jam propemodum tono majore, cujus ratio 8 ad 9. deſcendiſſe vocem, tonoque excidiſſe oporteat. Hoc verò nequaquam patitur aurium | ſenſus, ſed toni ab initio ſumpti meminit, eodemque [p. 78.] revertitur. Itaque cogimur, occulto quodam temperamento uti, intervallaque iſta canere imperfecta; ex quo multo minor oritur offenſio. Atque hujuſmodi moderatione ferè ubique cantus indiget; uti colligendis rationibus, quemadmodum hic fecimus, facile cognoſcitur. Et hæc quidem in gratiam artis illius ſtudioſorum nec Geometriæ rudium exponere placuit. Nunc eo unde diſceſſimus revertimur.

Demonſtratio temperamenti in tono vocis adhibendi.

Diximus de artibus inventiſque quibuſdam quæ nobiſcum communia habere Planeticolas veriſimile ſit; præter quæ etiam alia exſtare illic neceſſe eſt, ſive ad uſus & commoda vitæ facientia ſive ad delectationem. Hæc vero quam multa ſint, quantique facienda, ita optime rationem inibimus, ſi plurima illa, quæ apud nos reperiuntur, recenſere & ob oculos ponere libuerit.

J'ai donné plus haut une liſte des eſpèces d'animaux et de plantes terreſtres qui diffèrent le plus les uns des autres, outre leſquels il s'en trouve une foule de moins diſſemblables; et j'ai dit qu'il faut croire que dans les terres des Planètes il n'en exiſte pas moins de l'un comme de l'autre règne, quoique de tout autres formes qu'ici. Conſidérons maintenant l'utilité et les commodités que nous offrent tant le règne animal que le règne végétal, et ſoyons perſuadés que les habitants des planètes ne profitent pas moins des animaux et des plantes qui ſe trouvent chez eux.

Aperçu des avantages qui nous viennent des animaux, des herbes et des arbres.

Il mérite d'être conſtaté ici combien nombreuſes et grandes ſont nos richeſſes. En effet, outre que les fruits des arbres et les plantes baſſes nous fourniſſent des aliments, les arbres par leurs fruits e.a. par les noix, les plantes baſſes par leurs ſemences, feuilles et racines, et qu'il eſt fait uſage d'un grand nombre de végétaux dans la médecine, nous tirons des arbres la matière avec laquelle nous bâtiſſons nos maiſons et nos vaiſſeaux. Nous fabriquons nos habits de lin, ayant inventé l'art de filer et celui de tiſſer. Nous tournons des fils et des cordelettes de chanvre ou de genêt; des fils nous faiſons des voiles et des filets, des cordelettes des cordes et des câbles pour les ancres. Nous jouiſſons des odeurs et des couleurs des fleurs, et quoiqu'il y en ait auſſi qui offenſent les narines et qu'il ſe trouve des plantes nocives, il s'y cache cependant ſouvent quelque choſe de bon: ou peut-être la nature s'eſt-elle propoſé que par la comparaiſon avec ce qui eſt mauvais ce qui eſt bon ſerait mis en relief; ce qui lui eſt, pouvons-nous dire, un procédé familier. Et combien grands ſont les avantages que nous tirons des animaux! Les brebis fourniſſent de la laine pour nos habits, les vaches du lait, les unes et les autres de la viande. Nous nous ſervons des ânes, des chameaux, des chevaux pour leur faire porter nos faix, et encore pour nous faire porter nous-mêmes ſur leur dos ou nous faire tirer par eux en voiture. Où nous rencontrons l'excellente invention des roues que je voudrais attribuer auſſi aux habitants des Planètes, ayant déjà plus ou moins démontré qu'ils vivent en ſociété et qu'ils bâtiſſent des maiſons. S'ils mangent, comme nous, les animaux ou bien qu'ils s'en tiennent au ſentiment qui était chez nous celui de Pythagore, c'eſt ce que je ne ſaurais décider. Il appert ſans doute qu'à l'homme a été donnée la liberté de ſe nourrir de tout ce qui naît ſur la terre ou dans l'eau et contient quelque choſe de mangeable, comme des plantes baſſes, des fruits d'arbres, du lait, des oeufs, du miel, des poiſſons, de la chair de la plupart des oiſeaux et des quadrupèdes.

En quoi il peut ſembler étrange que cet animal raiſonnable eſt ainſi fait qu'il doit vivre par la deſtruction et l'occiſion de beaucoup d'autres êtres. Ceci ne doit pourtant pas être eſtimé contraire aux décrets de la nature, puiſque nous voyons que les lions, les loups et autres bêtes de proie ont pour nourriture le bétail et toute autre ſorte d'animaux plus faibles; que les aigles donnent la chaſſe aux colombes et aux lièvres; que généralement les poiſſons dévorent d'autres poiſſons plus petits qu'eux-mêmes. Quant à nous, la nature nous a même fait don de diverſes ſortes de chiens de chaſſe pour que nous puiſſions nous emparer par leur viteſſe et la fineſſe de leur odorat de ce que nous ne ſaurions pourſuivre en nous ſervant de nos propres pieds. Mais

Expoſui ſupra animantium fruticumque apud nos genera quæ plurimum inter ſe figuris differrent: præter quæ, minus diſſimilium, ingens copia reperiatur: dixique nihilo pauciora utriuſque generis, ut longe diverſa, in Planetarum terris exſtare putandum. Nunc | etiam illud videamus, quæ utilitas quæve commoda, tum ex animalibus, tum ex herbis arboribuſque ad nos perveniant, ac prorſus veriſimile exiſtimemus non minora ex iis, quæ illic terrarum inveniuntur, ad incolas ipſarum redundare. p. 79.

Recenſentur commoda quæ ad nos perveniunt ex animalibus, herbis, arboribus.

Hic vero operæ pretium eſt ut quæ ſint divitiæ noſtræ inſpiciamus, quæ multæ magnæque ſunt. Nam, præterquam quod alimenta nobis arborum fructus herbæque ſuppeditent; illæ pomis, nucibus; hæ ſeminibus, foliis, radicibus; quodque plurimorum ex his in medicina uſus eſt; petitur ex arboribus materia qua domos naveſque fabricamus. Et lino veſtes paramus, excogitatis nendi & texendi artificiis. Ex cannabe, ſpartove, fila ac funiculos torquemus; ex filis vela ac retia conficimus, ex funiculis rudentes & funes anchorarios. Florum porro odoribus coloribuſque oblectamur; & quamvis ſint etiam qui nares offendant, & noxiæ quædam herbæ inveniantur, tamen in iis ſæpe boni quid deliteſcit; vel fortaſſe hoc egit natura ut comparatione mali bona magis eminerent: quod multis in rebus ſecuta videtur. Quanta vero ex animalibus eſt utilitas? Oves lanam ad | veſtitum præbent, vaccæ lac; utræque carnes ad veſcendum. Aſinis, camelis, equis, ad portandas ſarcinas utimur. His etiam ut nos vel inſcenſi vehant, vel curribus juncti pertrahant. Ubi egregium illud rotarum inventum occurrit, quod libenter Planetarum quoque habitatoribus adſcriberem, cum jam in ſocietate eos vivere & domos ædificare pene evicerim. Utrum vero etiam animalibus pro cibo utantur, an Pythagoræ ſimile dogma ſequantur, non habeo quod affirmem. Apparet quidem hoc homini datum eſſe, ut omnibus iis alatur quæ vel in terra vel in aquis naſcuntur, ſi quid nutrimenti contineant; ut herbis, pomis, lacte, ovis, melle, piſcibus, volucrum quadrupedumque plurimorum carnibus. In quo mirum ſane videri poteſt, animal illud rationis compos ita eſſe comparatum, ut cum multorum aliorum pernicie cædeque vivat. Nec tamen naturæ præſcripto contrarium hoc eſſe putandum eſt, cum placuiſſe p. 80.

outre tous ces avantages que nous procurent les animaux et les plantes baſſes, l'auteur des choſes a voulu que nous en tirions auſſi la ſatisfaction de pouvoir étudier leurs diverſes formes, leurs manières de vivre et de ſe multiplier, où il ſe trouve une variété preſqu'infinie et beaucoup de choſes admirables que font connaître les écrits des naturaliſtes. Et dans le monde des inſectes même, qui n'admire les cellules hexagonales des abeilles, les toiles des araignées, les chryſalides des vers de ſoie dont nous fabriquons par une incroyable induſtrie une étoffe fort délicate et cela en ſi grande quantité que des navires entiers en ſont chargés. Qu'il ſuffiſe d'avoir rappelé ſommairement ces quelques faits au ſujet des règnes végétal et animal en tant que profitables à l'homme.

Des Metaux.

Conſidérons enſuite combien grande eſt ſon induſtrie dans la recherche des métaux ainſi que dans l'art de les extraire du ſol et d'en examiner les qualités; de même dans celui de les ſondre, de les purger, d'en faire des alliages; d'amincir les plaques d'or ou de les diſſoudre dans du mercure pour qu'à peu de frais tous les objets voulus reçoivent la ſplendeur et la couleur de l'or. Songeons combien grande et variée eſt l'utilité du fer: toutes les nations qui l'ont ignorée ont vécu à peu près exemptes des arts mécaniques et n'ont eu pour armes que des arcs, des maſſues et des piques. Nous avons de plus, nous, la poudre (mixture de ſoufre et de nitre) et ſes divers uſages. On peut d'ailleurs mettre en doute s'il eſt plus utile que nuiſible. Il ſemblait que par ſa force ſingulière, jointe à un grand art de fortifier les villes, une ſécurité plus grande que celle d'auparavant avait été trouvée contre les attaques des ennemis; mais nous voyons qu'en même temps la violence de ces derniers s'eſt également accrue; d'autre part dans les combats il y a bien moins lieu aujourd'hui que jadis au courage et à la force individuelle. Il eſt rapporté qu'anciennement un Empereur Grec a dit *que le courage périt* lorſque furent faites les inventions des Catapultes et des Baliſtes [50]); c'eſt une complainte que nous pouvons pouſſer aujourd'hui avec plus de raiſon encore, ſurtout depuis l'invention de ce qu'on appelle les Bombes, contre leſquelles les villes et bourgs ne peuvent ſe défendre par leur ſituation: quelle que ſoit leur force ils ſont détruits et égaliſés avec le ſol. C'eſt pourquoi, en ne conſidérant que cette ſeule raiſon, il faut dire qu'il aurait été plus profitable aux hommes d'être privés de cette invention. Il ne fallait pourtant pas nous en taire dans l'énumération ſommaire des inventions de notre Terre, puiſqu'il eſt vraiſemblable que ſur les autres Planètes auſſi quelques arts nocifs ont vu le jour en outre des bons.

De l'eau, de l'air, et de diverſes induſtries.

Moins dubieuſe eſt chez nous l'utilité de l'eau et de l'air. C'eſt à eux que nous devons la poſſibilité de naviguer et de mettre à notre ſervice des forces par leſquelles nous faiſons tourner ſans aucun labeur de notre part des meules et des machines. Or, combien nombreuſes ſont ces dernières et à quelle variété de choſes peuvent elles

[50]) Nous ignorons quel est l'auteur cité par Huygens, donc aussi de quel empereur il est question.

ei videamus ut leones, lupi, aliaque rapacia, pecudes & infirmiora quælibet pabuli loco habeant: aquilæ columbas leporeſque prædentur: Piſcium permulti piſciculos ſe minores devorent. Quin & canum | varia genera ad venandum nobis largita eſt, ut quæ (p. 81). pedibus noſtris perſequi nequiremus, illorum celeritate ac ſagacitate conſequeremur. Præter omnem vero iſtam ex viventibus herbiſque utilitatem, hanc quoque delectationem ex iis nos capere voluit rerum conditor, ut varias eorum formas naturaſque & generandi vias contemplaremur; in quibus infinita quædam varietas ac mirabilia multa inſunt, quæ apud naturæ ſcriptores celebrantur. Imo in ipſis inſectis quis non miratur apium cellulas hexagonas, aranearum telas; tum bombycum involucra, ex quibus incredibili induſtria delicatiſſimam veſtem conficimus, eaque copiâ ut naves totæ ea onerentur. Atque hæc quidem de herbarum animantiumque genere, quatenus homini proſunt, ſummatim retuliſſe ſufficiat.

Cogitetur jam porro quanta ſit ejus ſolertia in reperiendis, effodiendis, explorandis metallis; itemque in fundendis, repurgandis, miſcendis. Quanta in tenuandis auri laminis, aut hydrargyro reſolvendis, ut parvo impendio, quæcunque voluerimus, auri ſplendorem coloremque induant. Quam | mira ac multiplex ſit ferri utilitas; quam quæ ignorarunt nationes, eæ omnium ferè mechanicarum artium rudes vixerunt, proque armis, tantum arcus, clavas, ſudeſque habuerunt. Nos vero & pulverem ex ſulphure & nitro miſtum habemus, varioſque ejus uſus, qui an plus juvet an noceat merito dubitari poteſt. Videbatur enim mira ejus vi, ſimulque artificioſa muniendorum oppidorum arte, certius præſidium inventum eſſe, quam priſcis temporibus fuerit, adverſus hoſtiles impetus: ſed & horum ex eo ſimul violentiam creviſſe videmus, & fortitudini viribuſque in præliis multo minus nunc locum eſſe quam tunc fuerit. Quod enim olim Imperator Græcus dixiſſe fertur[50], *Periiſſe Virtutem* cum Catapultarum, ac Baliſtarum inventa exorirentur, idem nunc majori jure queri poſſumus; ac maxime Bombis, quos vocant, repertis; quos non mœnibus, nec ſitu oppida arceſve repellere poſſunt, ſed quamvis validæ diſjiciuntur, ac ſolo æquantur. Ut, vel ob hoc unum, melius homines ejus pulveris invento carituros fuiſſe dicendum ſit. Nec tamen propterea prætereundum fuit in commemorandis noſtræ | Telluris repertis, cum veriſimile ſit, etiam (p. 83). in cæteris Planetis, noxia artificia quædam cum bonis emerſiſſe.

Ex Metallis.

(p. 82).

Auſpicatior eſt aquæ & aëris apud nos uſus: quo & navigandi ratio conſtat, & vires comparantur, quibus, nullo labore noſtro, molas machinaſque verſemus. At hæ quam multiplices, quamque ad varias res adhibentur? Nam & frumenta iis comminuimus,

Ex aqua, en aere, variiſque artificiis.

fervir! A l'aide de ces machines nous broyons les grains, nous preffons les huiles, nous fcions le bois, nous foulons les draps, nous préparons la pulpe du papier, fort belle invention par laquelle eft obtenue de chiffons une abondance de feuilles blanches. Ajoutons-y l'admirable invention de l'imprimerie par laquelle tous les autres arts ne font pas feulement confervés mais auffi comparés entre eux bien plus facilement qu' auparavant. De même l'art de fculpter et de peindre, parvenu à cette hauteur à partir d'une origine faible et primitive, tel maintenant que rien de plus élégant ne femble avoir été produit par le génie de l'homme. Confidérons en outre l'art de cuire le verre et l'aifance avec laquelle on lui fait prendre tant de formes; le poliffage des miroirs de verre et l'art d'y fixer le mercure; furtout auffi l'admirable ufage du verre pour fcruter la nature par les inventions du télefcope et du microfcope. Mentionnons encore la conftruction d'horloges automatiques, dont quelquef-unes font fi petites qu'elles ne gênent aucunement ceux qui les portent, tandis que d'autres mefurent le temps avec une égalité fi parfaite qu'on ne pourrait défirer rien davantage, deux formes d'horloges beaucoup perfectionnées par nos inventions [51]).

De ce qui a été inventé en notre fiecle.

Je pourrais beaucoup ajouter fur la multiple doctrine et connaiffance des chofes que nous avons acquifes outre les fciences de la Géométrie et de l'Aftronomie, et cela furtout en notre fiècle; comme la connaiffance du poids de l'air et celle de la force élaftique. Je pourrais parler des remarquables expériences des Chimiftes parmi lesquelles celles de liqueurs inflammables, dernièrement auffi de liqueurs fpontanément lumineufes et aifément amenées à brûler. De la circulation du fang par les artères et les veines, déjà auparavant comprife, mais qui n'eft devenue obfervable à nos yeux que dans les derniers temps par l'application du microfcope aux extrémités des queues de certains poiffons [52]). De même de la génération des animaux; qu'il a été trouvé qu'aucun d'eux ne naît autrement que de femence provenant de fes femblables; et que ceci eft également vrai pour les herbes. Que dans la femence des mâles fe trouvent des myriades d'animalcules fort alertes dont il eft probable qu'ils conftituent eux-mêmes les germes des animaux [53]); chofe étonnante, inconnue à tous les fiècles antérieurs.

Que tout ceci n'exifte probablement pas fur les Planetes, mais qu' il doit y avoir des compenfations adéquates.

Après avoir fait cette énumération des inventions et découvertes des habitants de la Terre, nous pouvons émettre l'opinion qu'il eft poffible que quelques-unes d'entre elles foient auffi tombées en partage aux Planétaires, mais qu'il eft plutôt croyable que la grande majorité de ces chofes leur font inconnues. Toutefois pour compenfer celles qui leur manquent il faut qu'un nombre égal de chofes belles, utiles et dignes

[51]) Voyez les Tomes XVI et XVIII.

[52]) Voyez la p. 720 du T. XIII. Huygens marche ici sur les traces de Leewenhoek.

[53]) Voyez sur cette découverte la p. 526 du T. XIII. On voit que Huygens est „animalculiste", non pas „oviste".

& olea exprimimus, & ligna fecamus, & pannos tundendo denfamus; & chartis materiam conterimus; quarum aliàs quoque pulcherrimum eft inventum, cum ex viliffimis linteorum ferutis, tam pulchra foliorum candidiffimorum copia paretur. His addatur jam præclarum illud typographiæ inventum, cujus opera artes omnes reliquæ, non fervantur tantum, fed & comparantur multo quam ante facilius. Item fculpendi pingendique peritia, a parvis rudibufque initiis eo progreffa, ut nihil elegantius ab hominum ingenio profectum effe videatur. Ponatur & vitri excoquendi fcientia, atque in tot formas ducendi facilitas. Tum fpeculorum vitreorum politura, hydrargyrique fuper ea inductio. Ac præcipue quoque vitri ufus mirabilis, in pervidenda rerum natura, *(p. 84)*. poft telefcopii microfcopiique inventa. Recenfeantur etiam horologiorum automatòn fabricæ; aliorum tam exilium, ut geftanti nihil incommodent; aliorum tam exquifita æqualitate tempus metientium, ut nihil fupra optari poffit, quibus utrifque inventa noftra plurimum profuere[51]).

Multa addere poffem de multiplici doctrina & rerum naturæ cognitione quam præter Geometriæ Aftronomiæque fcientias confecuti fumus, atque ea pleraque noftra ætate: velut de gravitate aeris ac vi qua compreffus refilit. De fingularibus Chymicorum experimentis; è quibus liquores inflammabiles, nuperque ultro lucentes, ac levi tractatione ardentes, prodierunt. De fanguinis circuitu per arterias venafque, qui antea intelligebatur, nuper vero & oculis ufurpari cœpit, adhibito microfcopio, in pifcium quorundam caudis extremis[52]). Item de generatione animalium, quod inventum eft nulla nifi ex fimilium femine nafci; idque de herbis quoque verum effe. Quodque in femine marium reperiuntur animalculorum myriades vivaciffimorum, quæ ipfam *(p. 85)*. animantium fobolem effe verifimillimum fit[53]): res mirabilis, atque ab omni ævo incognita.

Ex iis, quæ noftra ætate inventa funt.

Jam vero poftquam hæc omnia accumulavimus Telluris incolarum inventa, putemus fieri quidem poffe, ut quædam eorum etiam apud Planetarios extent; credibile tamen effe maximam partem eorum illis ignorari. At iis quæ non habent rependendis æque multa, pulchraque & utilia, & admiratione digna iis tributa effe oportet. Quanquam igitur ibi terrarum aliquos ratione præditos, & Geometras, & Muficos reperiri

Illa omnia verifimiliter non extare in Planetis, fed aliis æque dignis rependi.

d'admiration leur ſoient échues. Par conſéquent, quoique nous ayons fait voir par des arguments probables qu'il ſe trouve là-bas certains êtres raiſonnables, et parmi eux des Géomètres et des Muſiciens, que ces êtres vivent en ſociété et en communauté, qu'ils ſont pourvus de mains et de pieds et munis de toits et de murs, il ne faut pourtant pas mettre en doute, ſi Mercure ou un puiſſant Génie nous conduiſait chez eux, qu'à la vue de leur forme et du ſpectacle de leurs affaires nous ſerions frappés de ſtupeur plus que nous ne pourrions l'exprimer en paroles. Mais comme tout eſpoir de faire un tel voyage nous fait défaut, nous devrons nous contenter d'examiner ici la ſeule choſe qui ſe prête à notre inveſtigation, ſavoir quel eſt l'aſpect du ciel pour ceux qui habitent un quelconque de ces globes; ceci auſſi fait partie de leur vie. Nous rapporterons en même temps quelques autres choſes mémorables, ſavoir ce qui a trait à l'état particulier de chaque globe en tant que poſſédant une certaine grandeur et une famille de ſatellites. Enfin nous parlerons de la meſure par une nouvelle méthode de l'incroyable diſtance des étoiles fixes. En attendant nous prendrons quelque repos après notre méditation longue et détaillée, et nous terminerons ici le préſent Livre.

probabilibus argumentis oſtenderimus, & in ſocietate communitateque viventes, & manibus pedibuſque inſtructos, tectiſque & mœnibus munitos: non tamen dubitandum eſt, quin & formæ, & rerum quas agunt novitate, mirabile ſupra quam dici poſſit futurum ſit ſpectaculum, ſi quis Mercurius, aut potens Genius eò nos deducat. Sed cum ejus itineris conficiendi ſpes omnis adempta ſit, id unum tamen, quod poſſumus inveſtigare non pigebit; qualis nempe cæleſtium rerum facies ſeſe | offerat, in unoquo- p. 86. que iſtorum globorum vitam agentibus, cum ad eam hoc quoque pertineat. Simul vero & de præſtantia cujuſque, tum ob magnitudinem, tum ob adjunctum comitum lunarum numerum, quædam ſcitu digna referemus, ac ſtellarum denique inerrantium incredibilem diſtantiam nova ratione indagabimus. Sed à longa attentaque meditatione requieſcemus hic paulum, finemque huic Libro imponemus.



LE COSMOTHEOROS

OU

CONJECTURES SUR LES TERRES CÉLESTES ET LEUR APPAREILLEMENT

PAR

CHRISTIAN HUYGENS,

OUVRAGE DÉDIÉ À SON FRÈRE CONSTANTYN HUYGENS.

LIVRE II.

En lifant il y a plufieurs années le Livre d'Athanafe Kircher intitulé *Iter Ecftaticum* [1]) (Voyage fantaftique) où il differte de la Nature des Aftres et des chofes qui exiftent fur la furface des Planètes, je m'étonnai que rien n'y eft dit de ce qui, alors déjà, me femblait probable en cette matière; mais qu'il y rapporte des chofes tout autres lefquelles pour la plupart font vides de fens et peu raifonnables. Ce que je compris encore mieux en parcourant le même ouvrage une deuxième fois après avoir écrit ce qui précède. J'en concluai que mes conjectures avaient une certaine valeur, la comparaifon avec celles de Kircher leur donnant du poids. Pour qu'on puiffe en juger, et pour qu'il apparaiffe combien vainement on effaie de fpéculer fur ces chofes en rejetant le vrai fondement, favoir celui de la vraifemblance, dont nous nous fommes fervi, il ne fera pas déplacé de citer quelques paffages de cet ouvrage.

---

[1]) Ce livre parut à Rome en 1656. Une deuxieme édition, qui peut fort bien avoir éte celle consultée par Huygens, parut en 1660 „Herbipoli [c. à. d. à Würtzburg], sumpt. J. A. & W. Endterorum hær." L'éditeur est Gaspar Schott. Le titre est le suivant: „R. P. Athanasii Kircheri Iter extaticum coeleste, quo mundi opificium, id est. coelestis expansi, siderumque tam errantium, quàm fixorum natura, vires, proprietates, singulorumque compositio & structura, ab infimo Telluris globo, usque ad ultima Mundi confinia, per ficti raptus integumentum explorata, novâ hypothesi exponitur ad veritatem, interlocutoribus Cosmiele et Theodidacto", etc. Un „Apologeticon contra censuram nonnullarum propositionum, ex Itinerario Exstatico Kircheriano excerptarum" y fait suite, ainsi qu'un deuxième traité de Kircher intitulé „Iter exstaticum II, qui & mundi subterranei prodromus dicitur, quo geocosmi opificium, sive terrestris globi structura, unà cum abditis in ea constitutis arcanioris naturæ reconditoriis, per ficti raptus integu-



CHRISTIANI HUGENII
COSMOTHEOROS,

SIVE

DE TERRIS CŒLESTIBUS, EARUMQUE ORNATU, CONJECTURÆ.

AD

CONSTANTINUM HUGENIUM,

FRATREM.

LIBER II.

CUM ante annos complures Librum Athanaſii Kircheri, qui *Iter Ecſtaticum* [1]) inſcribitur, evolverem; in quo de Natura Siderum, rebuſque in Planetarum ſuperficie extantibus, differitur; mirabar nihil illic adferri eorum quæ mihi jam ab illo | tempore circa hæc, (p. 88). tanquam valde probabilia, occurrebant: ſed longè alia tradi, inania pleraque, & à ratione aliena. Quod magis etiam intellexi, cum conſcriptis ſuperioribus idem opus denuo percurrerem. Jamque viſum eſt aliquid eſſe conjecturas noſtras, ac ponderis nonnihil iis accedere, ſi cum Kircherianis conferantur. Quod ut judicari poſſit, utque appareat quàm de his rebus fruſtra philoſophari conentur, qui fundamenta unica veriſimilitudinis, quibus uſi ſumus, rejiciunt; non abs re erit de opere illo quædam annotaſſe.

---

mentum exponitur ad veritatem" (également réimpression, corrigée, d'un traite qui avait auparavant vu le jour à Rome).

Le Catalogue de vente de 1695 des livres de Huygens ne mentionne que „Kircheri mundus subterraneus, Amst. 1665. fig. en veau" (Libri miscellanei in folio 106).

Le voyage fantastique de Kircher est examiné.

Cet excellent homme nous propoſe la fiction ſuivante: ſous la conduite d'un Génie il ſe ſuppoſe promené par les eſpaces céleſtes et leurs aſtres. Il raconte donc comme s'il avait tout vu lui-même ce qu'il emprunte en réalité en partie à des écrits aſtronomiques, pour une autre partie, penſant que tout-le-monde pourra bien l'approuver, à ſes propres méditations ſur les terres planétaires. Mais avant d'entreprendre ſon long voyage il avance et poſe comme certaines les deux propoſitions ſuivantes, d'abord qu'il ne faut attribuer aucun mouvement à la Terre, en ſecond lieu que Dieu n'a pas voulu qu'il exiſtât ſur les globes des Planètes aucune choſe douée de vie ou de ſens, donc pas même des plantes [2]). En rejetant le ſyſtème de Copernic il fait choix, pour le ſuivre, de celui de Tycho. Mais comme il conſidère les étoiles fixes comme autant de Soleils et qu'il range autour de chacune d'elles les Planètes qui lui correſpondent, il en réſulte (j'ignore s'il l'a remarqué) un nombre infini de ſyſtèmes Copernicains. C'eſt avec une grande abſurdité qu'il fait tourner tous ces corps, en outre de leurs mouvements propres, avec une immenſe viteſſe en vingt quatre heures autour de notre Terre. Et comme il avoue que la plus grande partie de ces corps ſont placés en dehors du champ de viſion des hommes, il tombe auſſi dans cette étrangeté qu'il faut dire que tant de Soleils luiſent en vain et communiquent vainement leur chaleur à tant de globes ſemblables à la Terre et poſſédant (car c'eſt ainſi qu'il le veut) les mêmes éléments et généralement les mêmes choſes à l'exception des plantes et des animaux. De ceci il s'égare vers des penſées encore plus abſurdes: ne trouvant dans les Planètes de notre ſyſtème aucune autre utilité, il ſe tourne vers les inepties depuis longtemps rejetées des Aſtrologues et ſoutient que tous ces grands corps ont été créés dans le but de conſerver le monde dans un état indemne par leurs différents efluves gouvernés par des lois fixes, effluves qu'il dit exercer auſſi leurs influences ſur les âmes humaines. Par reſpect pour l'art Aſtrologique il raconte qu'en Vénus une apparence des choſes agréable et belle ſe préſenta à lui, avec une douce lumière, des ondes légères, de fort bonnes odeurs, des criſtaux ſcintillants de toutes parts. En Jupiter des vents ſalubres et odoriférants, des eaux fort limpides, des terres d'une ſplendeur argentée. D'où il pouvait conclure que les effluves de l'un et de l'autre aſtre n'apportent à notre Terre et aux hommes que des choſes heureuſes et ſalutaires, les rendant ou bien beaux et aimables ou bien enclins à la ſageſſe et à la gravité. En Mercure il trouva je ne ſais quoi de ſerein et d'alerte, capable d'imbiber les enfants naiſſants d'intelligence et d'induſtrie. Mais en Mars il dit avoir vu partout des choſes déſagréables, pernicieuſes, fétides, des flammes de poix, des fumées. En Saturne des choſes triſtes, horribles, ſales, ténébreuſes. De ſorte que de ces Planètes (regardées

---

[2] A la p. 53 de l'edition de Schott Kircher s'exprime comme suit: „Ne vero quidpiam Sacræ Romanæ Ecclesiæ decretis & institutis contrarium asseramus, id unicum contendimus, ut coelestium globorum incolas unà cum mobilitate terræ perpetuò proscriberemus".

Is igitur Vir optimus, Genio quodam duce, per cæli spatia, stellasque se circumferri fingens, partim ea quæ ex Astronomorum scriptis hauserat, partim quæ ipse de Planetarum terris meditatus erat, ac vulgo probari posse putabat, quasi visa enarrat. Antequam verò iter longinquum ingrediatur, hæc duo tanquam certo tenenda statuit sancitque; nullum videlicet Telluri motum esse tribuendum; tum nihil in Planetarum globis Deum extare voluisse, quod vita aut sensu præditum sit, adeoque nec herbas quidem [2]). Itaque, relicto Copernici systemate, Tychonicum | sibi quod sequatur deligit. Sed cum stellas inerrantes pro totidem Solibus habeat, iisque singulis suos Planetas circumponat; hoc ipso (quod an senserit nescio) infinita numero jam exoriuntur ei Copernicea systemata. Quæ quidem perabsurdè, præter sibi proprios motus, universa circum Tellurem nostram, viginti quatuor horis, immani celeritate converti facit. Cumque horum maximam partem fateatur extra hominum conspectum esse remotam, in hoc quoque incidit incommodum, ut frustra tot Soles lucere dicendi sint, frustraque calorem suum impertiri tot globis Telluri similibus, elementaque eadem, (ita enim vult) & cætera omnia habentibus, præter stirpes & animalia. Atque hinc porro ad alia magis absona delabitur. Nam quia ne Planetarum quidem, qui nostro systemate continentur, alium ullum reperit usum, ad diu explosas Astrologorum ineptias se convertit; & hoc fine tot tantasque corporum moles conditas esse vult, ut influxu eorum vario, certisque legibus temperato, mundi universitas conservetur, incolumisque perduret: utque præterea in hominum animos iidem influxus vires suas exerceant. Itaque, in Astro|logicæ artis gratiam, in Veneris Planeta jucundam pulchramque rerum faciem sibi oblatam narrat; cum luce blanda, undis dulciter fluctuantibus, odoribus suavissimis, atque undique fulgentibus crystallis. In Jove auras salubres, ac suaveolentes, aquas limpidissimas, terras argentei splendoris. Quò nimirum, ab influxu hujus utriusque sideris, fausta ac salutaria omnia in Terram hominesque deriventur; ut vel pulchros & amabiles, vel ad prudentiam & gravitatem propensos reddat. In Mercurio nescio quid serenum vividumque, unde ingenium ac solertia nascentibus insinuetur. At in Marte omnia tetra, exitialia, fætida, piceas flammas, fumosque se vidisse memorat. In Saturno tristia, horrenda, squallida, caliginosa; ut ex his Planetis, (nescio quare Apo-

Kircheri iter exstaticum examinatur.

(p. 89).

(p. 90).

toutes, j'ignore pour quelles raisons, comme „apotélesinatiques") des effluves affreux et malfaisants se répandent sur le monde et les mortels, à moins toutefois qu'il ne leur arrive d'être corrigés et mitigés par les rayons des planètes antérieurement nommés. Ce sont ces choses et autres du même genre qu'il apprend en tant que compagnon de son Génie céleste, lequel il fait aussi répondre sérieusement à la question de savoir si un Juif ou un Païen, transporté en Vénus, pourrait être valablement baptisé dans les eaux qui coulent sur cette Planète [3]). L'enseignement du même Maître lui apprend que le ciel stellifère n'est pas composé d'une matière solide mais qu'il est au contraire entièrement liquide, que les innomblables étoiles ou Soleils y sont distribués en long et en large sans être attachés à rien (jusqu'ici tout va bien) et qu'en l'espace d'un jour ils décrivent, comme je l'ai déjà dit, des orbes immenses. Il ne lui vient pas à l'esprit que si ce mouvement était tel, ces soleils s'enfuiraient chacun de son côté avec une force énorme à cause de leur mouvement circulaire si extrêmement rapide. Toutefois, si je le comprends bien, des Intelligences motrices empêcheront les étoiles de s'envoler, de se retirer dans des parages infiniment lointains. En effet, il fait correspondre à chaque étoile fixe, et aussi à chaque Planète, ses Intelligences ou Anges qui la mettent en mouvement et gouvernent sa course [4]). En quoi il se rallie à une certaine école de Docteurs qui ont adopté inconsidérément et irraisonnablement une fantaisie d'Aristote dénuée de toute valeur [5]). Mais Copernic délivre ces bienheureux Génies d'un si

[3]) C'est ce qu'on trouve aux p. 140—141 de l'édition de Schott.

[4]) Il ne serait pas exact de dire que Kircher fait correspondre un seul ange à chaque planete. A la p. 52 de l'édition de Schott, mentionnée dans la note 1 de la p. 764, il s'exprime comme suit: „.. quemadmodum in Terra singulæ rerum species .. præsidem Angelum habent, ita & coelestium globorum singula elementa, qui ea in fines suos à Natura Dei ministra intentos dirigant, habent; unde colligitur plures Angelos unicuique globo, pro rerum in eo administrandarum varietate præfectos .. Sunt itaque in singulis astris veluti in choros quosdam distributæ Angelicæ custodiæ, quarum ministerio globorum vis in bonum Universi administratur". C'est pourquoi Schott écrit dans son Scholium IV de la p. 152, intitulé „De septem Intelligentiis quæ septem planetis præesse creduntur": „Auctor noster tàm hoc quàm præcedenti capite insinuavit non unum, sed plures Angelos singulis præesse planetis". Il y cite un grand nombre d'auteurs qui croient aux *sept* anges ou intelligences. Dans le Scholium II de la p. 60, intitulé „An astra moveantur ab Intelligentiis", Schott avait dit: „.. In hac opinione est Auctor noster .. Licet nec metaphysicè, nec mathematicè, sed ad summum physicè aut moraliter demonstrari possit, coelum aut sidera moveri ab Intelligentiis; spectatâ tamen auctoritate tum sacrâ, tum prophanâ, dicendum est moveri ab Intelligentiis".

[5]) W. Jæger dans son livre sur Aristote, cité aussi dans la note 46 de la p. 666, dans le deuxième chapitre des „Wanderjahre", parle comme suit du dialogue Περὶ φιλοσοφίας dont on ne possède que des fragments, mais que Cicéron a connu en entier. „Es [c. à. d. le troisième livre de cet écrit] war eine Kosmologie und Theologie, die gleichfalls [c. à. d. comme les livres précédents] unter beständiger Auseinandersetzung mit Platon vorgetragen wurde, gerade weil sie sich auf

telefmaticis omnibus invifis) influxus maligni infeftique mundo ac mortalibus eveniant; nifi tamen benigniorum illorum radiis corrigi ac mitigari eos contingat. Hæc nempe & his fimilia Genio illi cælefti comes adhærens difcit. Quem & ferio refpondere facit cum interrogatur, anne aquis, quæ in Veneris Planeta fluunt, Hebræus aut Paganus quifpiam, eo | delatus, ritè baptizari queat[3]). Eodem quoque docente Magiftro, intelligit cælum ftelliferum non effe ex materia folida conflatum, fed liquidum prorfus, in quo ftellæ Solefve innumeri longè latèque fpargantur: nufquam alligati, (& hactenus rectè) quique omnes diei fpatio vaftiffimos, ut dixi, circuitus peragant. Quo in motu, fi talis foret, non advertit quanta vi illi undique diffugituri fint, ob motum circularem tam immenfæ celeritatis. Sed ne fic avolent, inque fpatia infinita recedant, Intelligentiæ motrices, credo, impedient. Etenim unicuique ftellæ fixæ, imo & Planetæ, Intelligentias aut Angelos fuos adjungit, qui impellant eos, curfumque moderentur[4]). In quo Doctorum quorundam turbam fequitur, qui vaniffimum Ariftotelis commentum[5]) inconfideratè, invitaque ratione, adoptarunt. Iftos verò beatos p. 91.

Schritt und Tritt eng an ihn anlehnte. Ueber den Inhalt des Buches im allgemeinen unterrichtet der Epikureer in Ciceros de natura deorum. Aristoteles nahm hier im Wesentlichen die spätplatonische Astraltheologie wieder auf [laquelle est due à des influences orientales] .... Er wird dadurch zum eigentlichen Schöpfer der kosmischen Religion der hellenistischen Philosophie, die sich vom Volksglauben gelöst hat und nur noch in der himmlischen Gestirnwelt die Gegenstände ihrer Verehrung sucht ... Nach dem kritischen Bericht bei Cicero .. hätte Aristoteles im dritten Buch Περὶ φιλοσοφίας bald den Geist, bald die Welt, bald den Aether, bald einen andern für Gott erklärt ... Die Göttlichkeit des Aethers passt scheinbar nicht zu einem strengen transzendenten Monotheismus, aber unter dem unbewegten Beweger standen die Sterngötter, deren Stoff ätherisch ist ..".

Suivant Jæger cet écrit, quoique datant d'après la mort de Platon, est antérieur à la „Meisterzeit" d'Aristote (comme l'indique aussi le mot „Wanderjahre" cité plus haut). Du temps de Huygens, comme de celui de Cicéron, on n'avait pas encore tâché de se faire une idée de l'évolution du penseur Aristote. Aussi peu, pourrions-nous ajouter, qu'avant notre époque on avait tâché de fe faire une idée quelque peu précise de l'évolution de la pensée de Huygens.

grand labeur par le mouvement donné à la Terre seule, mouvement dont, rien que pour cette raison, tout-le-monde voit la nécessité à moins que d'être volontairement aveugle. J'ai parfois pensé qu'on aurait pu attendre de Kircher de meilleures pensées s'il avait osé exposer ses idées librement. Mais comme il n'a pas eu ce courage, j'ignore pourquoi il n'a pas préféré s'abstenir entièrement de ce sujet.

Disons maintenant adieu à ce très célèbre auteur, et puisque nous n'avons pas hésité, nous, à placer des spectateurs sur les Planètes, considérons celles-ci séparément dans ce qui suit, comme nous nous l'étions proposé; voyons quels sont pour ces spectateurs les années et les jours, quelle est en un mot leur Astronomie.

Quelle est en Mercure l'apparence du Soleil et des Planetes.

Pour commencer donc par la planète intérieure qui a la plus courte distance du Soleil, nous savons que celle-ci, Mercure, est environ trois fois plus proche que notre Terre de cet astre immense. D'où résulte que ses habitants le voient aussi trois fois plus grand en diamètre et qu'ils éprouvent de sa part une illumination et une chaleur neuf fois supérieures aux nôtres. C'est à dire une chaleur qui pour nous serait intolérable: elle brûlerait les herbes séchées, le foin et la paille, comme ils poussent chez nous. Mais rien n'empêche, que les animaux de là-bas ne soient ainsi construits que cette ardeur les porte à la température désirée, et que les plantes y soient telles qu'elles supportent encore bien mieux la force de la chaleur. Et il ne serait pas étrange si ces indigènes de Mercure pensaient que nous sommes en proie à un froid intolérable et que nous recevons bien peu de lumière, étant tant de fois plus distants du Soleil; de la même façon que nous sommes aisément amenés, nous, à juger des habitants de Saturne. Or, comme la vie dépend de la chaleur et que c'est elle qui donne tant au corps qu'à l'esprit sa vigueur et son alacrité, on peut raisonnablement se demander s'il ne faut pas être d'avis qu'à cause du voisinage du Soleil les Mercuriens nous surpassent en intelligence. Ce qui m'empêche de me rendre à ce raisonnement, c'est que ceux à qui sont tombés en partage les pays les plus chauds de notre terre, savoir les peuples de l'Afrique et du Brésil, n'égalent pas, nous le voyons, les habitants des zones tempérés en sagesse et en industrie, comme cela se conclut déjà du fait qu'ils vivent dans l'ignorance de toutes les sciences et de presque tous les arts; ceux même qui habitent la côte n'ont que fort peu d'idée des choses nautiques. D'autre part je ne voudrais pas attribuer aux habitants de Jupiter et de Saturne des esprits peu pénétrants et lourds et une intelligence inférieure à la nôtre pour cette raison qu'ils vivent à une distance du Soleil beaucoup plus grande; l'un et l'autre globe étant d'une grandeur éminente et accompagné de tant de satellites.

Il est bien facile, en consultant la figure du système qui se trouve dans le livre premier, de comprendre quelle est l'Astronomie des Mercuriens et qu'ils voient, en des temps déterminés, les autres Planètes en opposition avec le Soleil. C'est surtout aux époques de ces oppositions que Vénus et la Terre y doivent briller avec un grand éclat. En effet, puisque Vénus nous paraît, à nous, si lucide au temps où elle n'a que la figure mince de la Lune naissante, il faut que, vue de Mercure à l'opposé du Soleil, donc lorsqu'elle est pleine et plus proche, elle paraisse six fois ou davantage plus bril-

Genios labore tanto Copernicus liberat, solius Terræ inducto motu; cujus sanè necessitatem, vel ex hoc uno, omnes vident, nisi qui ultrò, ac volentes, cæcutiunt. Equidem cogitavi nonnunquam, meliora à Kirchero exspectari potuisse, si, quæ sentiebat, liberè exponere ausus fuisset. Sed cum hoc | non auderet, nescio cur non in totum illo argumento abstinere maluerit. Sed hunc celeberrimum scriptorem jam omittamus: &, quandoquidem nil veriti sumus, conjecturis nostris, spectatores in Planetis ponere, adeamus nunc, uti propositum fuerat, singulos; & quinam sint anni eorum, qui dies, quæ denique Astronomia, deinceps consideremus. (p. 92).

Apparens qualis sit constitutio Solis & Planetarum in Mercurio.

Itaque, ut ab intimo, & Soli viciniore incipiam, scimus Mercurium triplo propius circiter quam Tellurem nostram ad ingens illud sidus accedere. Cui consequens est ut triplo quoque majus id conspiciant ejus incolæ, ratione diametri, lumen vero & calorem ejus sentiant nonecuplo quam nos majorem. Nobis proinde intolerabilem, quique accensurus sit siccatas herbas, fœnum stramenque, qualia apud nos crescunt. At nihil impedit ita comparata esse, quæ ibi vivunt animantia, ut optatam temperiem in ardore illo experiantur. Herbas vero esse ea natura, ut multo magis vim caloris perferant. Nec mirum esset istos Mercurii indigenas putare non ferendo frigore nos urgeri, luceque frui exigua, qui tanto longius a Sole abfimus. Sicut nos de Saturni colonis facile nobis persuademus. | Non deest verò dubitandi ratio, cum à calore vita pendeat, isque corpori mentique vigorem alacritatemque præstet; an non, propter Solis viciniam, Hermopolitæ illi nobis ingenio præstare putandi sint? Sed quo minus huic causæ tribuam facit, quod calidissimas terræ nostræ regiones sortitos, Africæ, Brasiliæque populos, nec sapientia nec industria æquare videmus temperatiorum tractuum incolas; ut vel ex eo perspicitur, quod in omnium scientiarum ac fere artium ignoratione versentur: cum nec nauticæ rei, qui circum littora incolunt, nisi perexiguam notitiam habeant. Nollem quoque Jovicolis, Saturnicolisque hebetes, plumbeasque mentes, intelligentiamve tribuere nostra minorem, propterea quod tanto longius a Sole remoti vivunt; cum uterque globus iste tam præstanti sit magnitudine, tantoque comitatu stipatus feratur. Qualis porro sit Mercurialibus Astronomia, utque cæteros Planetas certis temporibus Soli oppositos spectent, ex figura systematis, priore libro exposita, perfacile est intelligere. Atque his oppositionum temporibus Venerem ac Tellurem præcipuo splendore illic effulgere necesse est. | Nam cum adeo lucida nobis Venus appareat, quo tempore tenuem nascentis Lunæ faciem refert; oportet eam sextuplo aut amplius clariorem cerni, cum Soli opponitur, ex Mercurii Globo pleno (p. 93). (p. 94).

lante, que par conséquent elle soit de grand avantage aux habitants pour diminuer, dans l'absence d'une Lune, la ténébrosité nocturne. Quelle peut être chez eux la longueur du jour, et s'ils ont des saisons, c'est une chose inconnue jusqu'ici, puisque nous ne savons pas si Mercure a un axe de rotation oblique par rapport à son parcours autour du Soleil ni en combien de temps cette rotation s'effectue. Il ne faut pas pour cela douter de l'existence de jours et de nuits pour ses habitants attendu que cette vicissitude est connue avec certitude dans les cas de la Terre, de Mars, de Jupiter et de Saturne. Ce qui est établi c'est que la durée de l'année n'est pas même égale en Mercure au quart de la nôtre.

Quelle en Vénus. Pour ceux qui sont placés sur le globe de Vénus il faut que l'apparence du ciel soit environ la même que celle en Mercure dont nous venons de parler, si ce n'est qu'ils ne voient jamais cette dernière planète en opposition avec le Soleil puisqu'elle ne s'en écarte que d'environ 38 degrés. Quant au Soleil, il leur apparaît plus grand qu'à nous, une et demie fois en diamètre, plus de deux fois en surface, d'où résulte qu'il doit aussi donner deux fois plus de chaleur et de lumière. L'état de cette Terre-là se rapproche donc davantage du nôtre. Mais son année correspond à sept et demi de nos mois. La nuit, notre globe, aux endroits opposés au Soleil, doit paraître beaucoup plus lucide à Vénus que jamais celle-ci ne nous paraît; à ces époques ses habitants voient facilement notre compagnon perpétuel, la Lune, supposé qu'ils aient des yeux non moins forts que les nôtres. Ce que j'ai souvent remarqué avec étonnement en Vénus, lorsque je la regardais avec des lunettes longues de 45 ou 60 pieds, proche de la Terre et semblable à la pleine Lune, ou commençant déjà à acquérir des cornes, c'est que sa surface est partout également lumineuse, de sorte que je n'ose guère dire y avoir remarqué quelque chose ressemblant à une tache comme il s'en observe indubitablement en Jupiter et en Mars quoique dans les lunettes ces planètes présentent des disques beaucoup plus petits. Si Vénus a des mers et des terres, les nappes d'eau devraient nous paraître plus foncées, les champs au contraire plus clairs, de même qu'à un observateur regardant d'en haut, p.e. d'un rocher fort élevé, la mer apparaît moins claire que les terres avoisinantes. Je croyais d'abord que la trop grande clarté de Vénus empêchait les diversités de luminosité d'être aperçues. Mais après avoir enduit l'oculaire de suie pour lui faire absorber une partie des rayons, je vis néanmoins toute la surface également éclairée. N'existe-t-il donc là-bas aucune mer, ou bien les eaux y réfléchissent-elles la lumière Solaire plus que chez nous, ou peut-être les terres moins que chez nous? Ou faut-il plutôt admettre (ce qui me semble plus croyable) que l'Atmosphère de Vénus sur laquelle tombent les rayons du Soleil y est plus dense qu'en Jupiter ou en Mars, de sorte que c'est elle qui nous réfléchit à peu près toute la lumière que nous voyons, nous rendant ainsi presqu'impossible de remarquer aucune différence entre les mers et terres sousjacentes? Il est certain que, s'il nous était donné de regarder de loin notre Terre, son atmosphère nuirait aussi beaucoup à sa lumière et empêcherait la différence des clartés de la terre et de la mer d'être aperçue aussi nettement que lorsqu'on la regarde du haut d'un rocher. Ceci de

orbe ſpectatam, & minore quoque intervallo diſtantem: atque ita tunc non parum diſpellere nocturnas tenebras gentibus iſtis, Lunæ auxilio carentibus. Quænam ſint denique apud eos dierum ſpatia, & an varias anni tempeſtates experiantur, incompertum eſt hactenus, quod ignoretur an axem diurnæ converſionis ad orbem, quo circa Solem defertur, obliquum habeat, & quanto tempore converſio ea peragatur. Neque enim dubitari debet de diebus noctibuſque eorum cum in Tellure, Marte, Jove ac Saturno hæc viciſſitudo certò cognoſcatur. Anni vero ſpatium vix quartam partem noſtri æquare illic conſtat.

In Veneris globo poſitis, eadem fere in cælo apparere neceſſe eſt quæ de Mercurio diximus, niſi quod hunc nunquam videt Soli oppoſitum, cum non niſi 38 circiter gradibus ab eo recedat. Sol vero illis major apparet quam nobis, diametro ſeſcupla, orbe plus quam duplo; quo & bis tantum caloris luciſ|que præbere eum oportet. Itaque propius ad noſtræ temperiem Tellus iſta accedit. At annus menſibus noſtris ſeptem cum dimidio fere finitur. Noctu verò globus hic noſter, in locis Soli oppoſitis, multo lucidior Veneri apparere debet quàm unquam nobis appareat Venus; ac tunc Lunam quoque, perpetuum comitem noſtrum, facile conſpiciunt, ſi modo oculos habent noſtris non imbecilliores. Sæpe autem in Venere miratus ſum, cum tubis longioribus, pedum 45, aut 60, eam inſpicerem Terræ propinquam; Lunæque ſemiplenæ ſimilem, aut jam in cornua curvari incipienti; prorſus æquabili ſplendore ſuperficiem ejus perfundi: ut vix dicere audeam, aliquid maculæ ſimile, in ea me animadvertiſſe; cujuſmodi in Jove & Marte manifeſtè notantur, licet orbe multo minore ſeſe offerentibus. Si enim maria ac terras habet Veneris globus, obſcuriores nobis maris tractus conſpici deberent; terrarum vero clariores; ſicuti ex præaltis rupibus inſpectum deſuper mare, non perinde, ac adjacentes terræ, lucidum apparet. Credebam nimium Veneris fulgorem in cauſa eſſe, quo minus diverſitas lucis animadverti poſſet. Sed cum | fumo infeciſſem vitrum oculo proximum, ad auferendam partem radiorum, nihilo minus æqualis in tota ſuperficie lux viſa eſt. An igitur nulla ibi maria, an Solis lucem magis quam apud nos aquæ, aut minus terræ repercutiunt? an potius, (quod credibilius mihi videtur) denſior ibi, quam in Jove aut Marte, Vaporum regio à Sole illuſtrata, Veneriſque globum circundans, omnem fere illam quam videmus lucem ad nos remittit, vixque ſubjectorum ſibi marium terrarumque diſcrimen percipi ſinit? Nam certum eſt noſtram quoque atmoſphæram, ſi Tellurem procul intueri daretur, plurimum obſtituram luce ſua, quo minus terræ mariſque tam diverſa claritas apparere poſſet, quam quæ cernitur ex edito ſcopulo deſpicienti. Eadem ratione qua Lunæ quoque maculas

Qualis in Venere.

(p. 95).

(p. 96).

la même manière que ces vapeurs ne nous permettent pas de voir les taches de la Lune aussi distinctement de jour que de nuit: de jour, mais non pas également durant la nuit, les dites vapeurs atmosphériques, se trouvant entre la Lune et nos yeux, offusquent notre vue, puisque de jour elles sont éclairées par la lumière du Soleil.

En Mars

Mais en Mars, comme je viens de le dire, on remarque des parties du disque plus obscures que les autres. C'est par leurs réapparitions qu'il fut d'abord établi que les jours et les nuits y ont à peu près la même période que les nôtres [6]). Quant à l'hiver et l'été, les habitants n'y perçoivent guère de différence, parce que l'axe de la conversion diurne n'est que faiblement incliné sur le plan de l'orbite de la Planète, comme on a pu le conclure du mouvement des taches. À ceux qui de ce globe regardent notre Terre, elle doit avoir environ la même apparence que Vénus pour nous: contemplée dans le télescope elle doit leur montrer des formes pareilles à celles de la lune, et elle ne peut pas pour eux s'écarter de plus de 48 degrés du Soleil, sur le disque duquel elle peut aussi parfois être aperçue de même que les corpuscules de Vénus et de Mercure. Et ces dernières planètes ne se trouvent jamais ailleurs qu'auprès du Soleil. Vénus doit leur apparaître rarement, comme il en est de Mercure pour nous. Il est vraisemblable qu'en Mars le sol consiste en une matière plus noire qu'en Jupiter ou en notre Lune, et que c'est pour cette raison que Mars nous paraît plus rouge, ne nous réfléchissant pas autant de lumière que ne le comporterait sinon sa distance du Soleil. Son globe est plus petit que celui de Vénus malgré le fait que sa distance au Soleil est plus grande, comme nous l'avons déjà observé plus haut. Mars n'est accompagnée d'aucune Lune; sous ce rapport, tant lui que Vénus et Mercure nous semblent inférieures en dignité à notre Terre. Quant à la lumière et à la chaleur Solaires, elles sont senties deux et parfois trois fois plus faiblement par les Marticoles que par nous; mais sans qu'il en résulte pour eux, croyons-nous, aucun inconvénient.

Que Jupiter et Saturne surpassent de beaucoup les autres Planetes, tant en grandeur qu'en nombre de Lunes.

S'il faut dire que notre Terre surpasse, à cause de la Lune qui lui est adjointe, les autres Planètes jusqu'ici envisagées — car en grandeur elle ne leur est ni beaucoup inférieure ni beaucoup su-

[Fig. 152]



Sup.

6) Consultez notre T. XV.

interdiu minus aperte quam noctu animadverti finunt vapores iidem; quoniam tunc quoque inter illam oculosque nostros interpositi, Solisque luce illustres, visui officiunt: noctu non item.

At in Marte reliquis disci partibus obscuriores, ut jam dixi, maculæ notantur. Ex quarum recursibus pridem fuit observatum dies noctesque illic iisdem fere quibus apud | nos intervallis reverti[6]). Hyemem vero æstatemque exiguo discrimine incolæ sentiunt, eo quod axis diurnæ conversionis paulum duntaxat ad orbitam Planetæ inclinatur, ut ex motu macularum intellectum est. Qui autem ex globo illo Tellurem nostram intuentur, eodem modo fere, ac Venus nobis, apparere iis debet, formasque lunaribus similes ostendere, si telescopio spectetur; nec ultra gradus 48 à Sole evagari; in cujus disco etiam conspici quandoque possit, uti & Veneris Mercuriique corpuscula. Et hoc quidem nunquam aliàs; Venus raro iis apparere debet, uti nobis Mercurius. Terræ vero solum in Marte nigriore materia constare verisimile est, quàm in Jove, aut etiam Luna nostra; eoque fieri ut rubicundior Mars spectetur, nec, pro ratione intervalli quo à Sole abest, lucem remittat. Minor verò est globus ejus quam stellæ Veneris, licet à Sole longius distans, ut jam supra animadvertimus. Nec Lunam habet ullam comitem; atque in eo Telluri nostræ, quemadmodum & Venus & Mercurius, dignitate impar videtur. Lux vero Solis, calorque, Marticolis duplo atque interdum tri|plo quam nobis minor sentitur; nullo tamen, ut credimus, ipsorum incommodo.

In Marte. (p. 97). (p. 98).

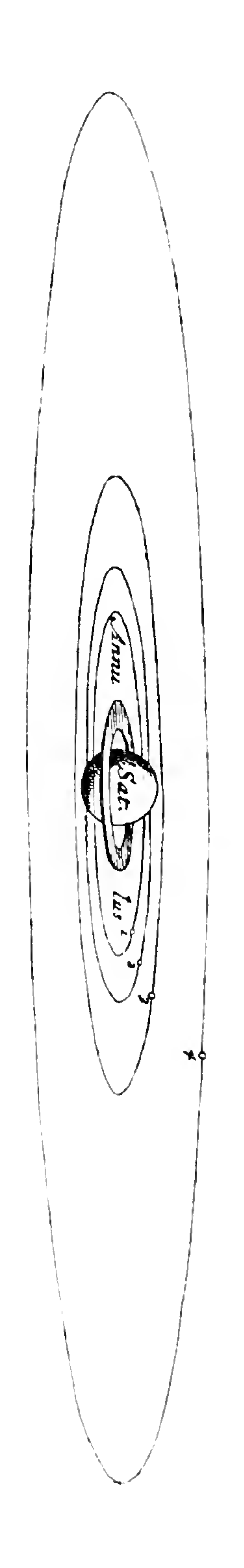
Quod si Tellus hæc, propter adjunctam ei Lunam, præstare cæteris Planetis, quos huc usque percurri, dicenda est; nam magnitudine nec cedit iis multum, nec superat;

Jovem & Saturnum reliquis Planetis longe præstare, tam magnitudine, quam Lunarum multitudine.

périeure —, quelle ne devra pas être à nos yeux l'excellence de Jupiter et de Saturne par rapport à ces trois Planètes ainſi que par rapport à nous-mêmes. Soit que nous conſidérions en elles le volume de leurs globes ſurpaſſant de bien loin les corpuſcules des autres; ſoit encore la multitude de Lunes qui les entourent [Fig. 152 et 153], il eſt bien probable qu'il faille conſidérer ces deux comme les premières entre les Terres qui environnent le Soleil, en comparaiſon deſquelles les autres quatre ſont quelque choſe de fort minime, nullement comparable à elles. Pour mieux faire ſaiſir la grandeur de la différence, il nous a ſemblé bon de faire voir ici, ſuivant les vraies proportions, ou du moins ſuivant des proportions qui ne s'écartent pas beaucoup de la réalité, tant notre Terre entourée de l'orbe de la Lune — où ſe voit le globule de la Lune elle-même — que les ſyſtèmes de Jupiter et de Saturne, le premier orné de quatre, le deuxième de cinq Lunes, placées chacune en ſon orbe.

Il eſt connu que les ſatellites de Jupiter ſont dus à Galilée; tout-le-monde peut aiſément ſe figurer avec combien de joie il les a obſervés pour la première fois [7]). C'eſt à nos regards que s'eſt préſenté l'un des ſatellites ſaturniens, le plus lucide de tous; je parle de l'extrême à un ſatellite près [8]). Ce fut en 1655 que nous le remarquâmes les premiers avec notre téleſcope dont la longueur ne ſurpaſſait pas douze pieds. Les autres furent découverts par les obſervations fort diligentes de Domenic Caſſini, ſe ſervant des lentil-

[Fig. 153]



7) Comparez sur la joie de Galilée la p. 568 qui précède.

8) Voyez, à la p. 173 du T. XV, la Pièce „de Saturni luna observatio nova" de 1656.

quantopere & his tribus, & Telluri ipſi, anteponenda erunt ſidera Jovis & Saturni. In quibus ſive globorum molem conſideremus longiſſimè omnium iſtorum corpuſcula excedentem; ſive Lunarum quibus ambiuntur multitudinem, prorſus veriſimile ſit has duas primarias habendas eſſe Tellures, inter eas quæ circa Solem ſunt: præ quibus reliquæ quatuor ſint minimum quidpiam, ac nequaquam cum iis comparandæ. Quanta enim ſit differentia, quò rectius animo concipiatur, ſubjicere hic placuit, ſecundum proportiones veras, aut non multum à veris abeuntes, tum Tellurem noſtram, cum circumjecta Lunæ orbita, ipſoque in ea Lunæ globulo; tum Jovis ac Saturni ſyſtemata. Illud quaternis, hoc quinis Lunis exornatum; quarum quæque in ſua itidem orbita ponuntur. Joviales Galileo deberi notum | eſt; quæ quanto animi gaudio primum illi (p. 99). animadverſæ ſint, facile quivis ſecum reputet[7]). Saturniarum una nobis obtigit, quæ cæteris clarior eſt, & ab extrema proxima[8]). Quam Anno 1655 teleſcopio noſtro non ultra duodecim pedes longo, primi deprehendimus. Reliquæ diligentiſſimis Dominici Caſſini obſervationibus patuerunt, vitreis orbibus utenti à Joſ. Campano expolitis, primùm 36 pedum; deinde totidem ſupra centenos[9]). Tertiam enim quintamque vidi-

les taillées par Joſeph Campani, d'abord une de 36, enſuite une d'environ 136 pieds [9]). Nous avons vu le troiſième et le cinquième en 1672 ſous la direction de Caſſini; depuis nous les avons ſouvent obſervés. Quant aux premier et deuxième, il nous a fait ſavoir par lettre les avoir trouvés en 1684; ceux-ci ſont fort difficilement viſibles et je n'oſe affirmer certainement les avoir vus juſqu'ici [10]). Je n'héſite cependant aucunement à avoir foi dans l'obſervation de cet Eminent Homme et d'attribuer à Saturne auſſi ces deux compagnons-là. Il eſt même permis de ſoupçonner qu'en dehors de ce nombre il y en ait encore un ou pluſieurs juſqu'ici cachés à nos yeux. Il y a une raiſon pour le croire: puiſque la diſtance entre les deux extrêmes ſurpaſſe celle qui ſerait en rapport avec les autres diſtances, il pourrait y avoir dans cet intervalle un ſixième ſatellite. Au-delà du cinquième, d'autres encore pourraient circuler, non aperçus à cauſe de leur obſcurité, attendu que ce cinquième lui-même n'eſt vu que dans la partie occidentale de ſon orbe, jamais ailleurs, ce dont nous indiquerons plus loin la cauſe aſſez facile à deviner.

Peut-être réuſſirons-nous, lorſque Saturne reviendra aux ſignes Boréaux et s'élèvera beaucoup au-deſſus de l'horizon (or, à l'époque où nous écrivons ces livres, elle eſt fort baſſe) à obſerver quelque choſe de nouveau là-deſſus, ſi quelqu'un, mon bon Frère, applique alors aux aſtres vos lentilles taillées pour des Téleſcopes de 170 et 210 pieds: je penſe que juſqu'à préſent il n'en exiſte pas de plus grandes ni de plus parfaitement formées [11]). Car quoique nous ne les ayons pas encore employées pour regarder le ciel, tant à cauſe des difficultés du montage que parce que votre départ a interrompu nos études et efforts ſur ce ſujet, nous ſommes au moins certains qu'elles ſont exemptes de tout défaut après les expériences plus aiſées que nous avons faites la nuit dans des allées ſuburbaines, regardant de loin des lettres éclairées par une lumière voiſine. Je me ſouviens avec plaiſir de ces expériences et en même temps de notre agréable commun travail, lorſque nous taillions et poliſſions enſemble ces lentilles, après avoir inventé de nouveaux artifices et de nouvelles machines et conſtamment perfectionné nos procédés. Mais je reviens aux figures prénommées dont il reſtait encore quelque choſe à dire.

Rapport des diamètres tant de Jupiter que des orbes de ſes ſatellites, à l'orbite de la Lune autour de la Terre.

Dans ces figures j'ai pris le diamètre du globe de Jupiter égal à environ deux tiers de la diſtance qui nous ſépare de la Lune, attendu que le diamètre de Jupiter comprend celui de la Terre plus de vingt fois tandis que la Lune eſt diſtante de la Terre de trente diamètres de cette dernière. J'ai fixé à $8\frac{1}{2}:1$ le rapport de l'orbite du ſatellite extrême de Jupiter à celle de notre Lune, puiſque cette proportion s'y obſerve au ciel. Or, chacun de ces ſatellites ou Lunes ſemble ne pas être plus petit que notre Terre: cela paraît par leurs ombres ſouvent obſervées ſur le diſque de Jupiter. Quant

[9]) Voyez la p. 194 qui précède.
[10]) Comparez la note 1 de la p. 302 qui précède.
[11]) Comparez l'Appendice VII des p. 302—304, ainsi que la p. 658 de l'Avertissement qui précède.

mus Anno 1672, ipſo monſtrante Caſſino, & poſtea ſæpius. Primam, cum ſecunda, ſibi repertas ſignificavit, miſſis literis, Anno 1684. Hæ vero difficillimè cernuntur, certoque affirmare nequeo mihi conſpectas hactenus[10]). Nec propterea quidquam vereor Clariſſimo Viro fidem habere, atque has quoque Saturno ſocias adſcribere. Imo præter harum numerum alias quoque, vel unam vel plures, latere ſuſpicari licet; nec deeſt ratio. Cum enim, inter extremas duas, ſpatium amplius pateat quàm pro diſtantiis cæterarum; poſſet hoc inſidere ſextus ſatelles: vel etiam, ultra quintum, alii circumvagari, qui propter obſcuritatem nondum ſint viſi: | cum ille ipſe quintus, tantùm in orbitæ ſuæ parte quæ ad occidentem ſpectat, cernatur, in reliqua nunquam appareat; cujus rei cauſam ſatis intellectu facilem poſtea adferemus. (p. 100.)

Fortaſſe autem, ubi ad ſigna Borea Saturnus revertetur, altéque ſupra horizontem attolletur, (nam, quo tempore hæc ſcribimus, maximè deprimitur) aliquid circa hæc novi obſervare continget, ſi quis tuas tunc lentes, Frater optime, ad Teleſcopia pedum 170. & 210. paratas, ſideribus applicet: quibus majores, formæque perfectioris, nullas hactenus extare arbitror[11]). Quanquam enim cælo nondum eas admovimus, vel propter moliendi difficultatem, vel quod diſceſſus tuus ſtudia hæc noſtra conatuſque interrupit: omni tamen vitio eas carere certi ſumus, poſt experimenta illa faciliora, quæ in ambulacris ſuburbanis ſub noctem inſtituebamus; inſpectis procul literis, quibus appoſitum erat lumen. Quorum equidem lubens reminiſcor, ſimulque jucundi laboris noſtri, quem, in elaborandis expoliendiſque vitreis hujuſmodi diſcis, impendere unà ſolebamus; excogitatis novis artificiis machiniſque, ſemperque | ulteriora agitantes. (p. 101.)
Sed redeo ad diagrammata ante deſcripta, de quibus aliqua dicenda ſupererant.

Proportio diametrorum tum Jovis, tum orbitarum ſatellitum ejus, ad orbitam Lunæ circa Terram.

Feci in iis Jovialis globi diametrum duarum circiter tertiarum ejus diſtantiæ quæ inter nos noſtramque Lunam interjacet; quandoquidem plus quàm vicies diametrum Terræ diameter Jovis continet; Luna autem diſtat à Terra diametris hujus triginta. Orbitam vero comitis Jovis extremi ad noſtræ Lunæ orbitam poſui ſicut $8\frac{1}{2}$ ad 1, quoniam ejuſmodi inter eas proportio re ipſa reperitur. Et hi quidem comites, ſive Lunæ ſingulæ, non videntur Tellure noſtra minores eſſe, ut ex umbris earum in Jovis diſco ſæpe obſervatis, probari poteſt. Sunt autem (ut hoc quoque addamus) periodo-

Périodes des fatellites de Jupiter.

aux périodes de ces fatellites, prifes fous l'Ecliptique, elles font d'après Caffini [12])

pour le plus proche	de	1 jour	18 heures	28′36″
„ „ deuxième	„	3 jours	13 „	13′52″
„ „ troifième	„	7 „	3 „	59′40″
„ „ quatrième	„	16 „	18 „	5′ 6″

Leurs diftances du centre de Jupiter font pour le plus proche de $2\frac{5}{6}$ diamètres de Jupiter

pour le deuxième	de	$4\frac{1}{2}$	diamètres de Jupiter
„ „ troifième	„	$7\frac{1}{6}$	„ „ „
„ „ quatrième	„	$12\frac{2}{3}$	„ „ „

Pour les fatellites de Saturne les temps périodiques font d'après lui

pour le plus proche	de	1 jour	21 heures	18′31″
„ „ deuxième	„	2 jours	17 „	41′27″
„ „ troifième	„	4 „	13 „	47′16″
„ „ quatrième	„	15 „	22 „	41′11″
„ „ cinquième	„	79 „	7 „	53′57″

et les diftances du centre de Saturne exprimées en diamètres de l'Anneau:

pour le fatellite intérieur	$\frac{39}{40}$
„ „ deuxième	$1\frac{1}{4}$
„ „ troifième	$1\frac{3}{4}$
„ „ quatrième	4, ce qui fuivant moi était $3\frac{1}{2}$,
„ „ cinquième	12,

tout ceci ayant été trouvé avec beaucoup de travail et de veilles.

Eft-il poffible qu'en confidérant ces fyftèmes et en les comparant entre eux on ne foit pas frappé par la grandeur et le riche équipement de ces deux Planètes en comparaifon avec notre petite et pauvre Terre? Qui pourrait maintenant préfumer que parmi toutes celles qui circulent autour du Soleil, ce foit en cette dernière feule que fe trouvent toute parure, tous les animaux, tous ceux qui admirent le ciel, tandis que l'auteur des chofes n'aurait rien mis fur les autres et n'aurait créé ces corps immenfes pour aucun autre but que de faire apercevoir leur lumière à nous, petits hommes, et de nous permettre de nous enquérir éventuellement de leurs orbites?

Que cette proportion des grandeurs a été déterminée par des obfervations récentes.

Je crois bien qu'il y aura des gens qui diront que ce que nous avançons ici fur les dimenfions des efpaces céleftes eft faux ou incertain. Car je fais avec combien de difficulté quelqu'un qui eft habitué à voir non fans étonnement la grandeur des efpaces Terreftres, et la quantité de peuples, de villes et de nations qui s'y trouvent, eft amené

[12]) Voyez fur quelques-unes de ces tables l'Appendice X qui suit.

Tempora periodorum comitum Jovialium.

rum tempora ſub Ecliptica, apud Caſſinum[12]), intimi Jovialium dies 1, horæ 18, 28′, 36″. Secundi dies 3, horæ 13. 13′. 52″. Tertii dies 7. horæ 3. 59′. 40″. Quarti dies 16, horæ 18. 5′. 6″. Diſtantiæ à centro Jovis, comitis intimi $2\frac{5}{6}$. Jovis diametrorum. Secundi $4\frac{1}{2}$. Tertii $7\frac{1}{6}$. Quarti $12\frac{2}{3}$. In Saturniis periodica tempora, intimi, dies 1, horæ 21, 18′, 31″. Secundi dies 2, horæ 17, 41′, 27″. Tertii dies 4, horæ 13. 47′, | 16″. (p. 102). Quarti dies 15, horæ 22, 41′, 11″. Quinti dies 79, horæ 7, 53′. 57″. Diſtantiæ à centro Saturni, diametris Annuli dimenſæ, Comitis intimi, $\frac{39}{40}$. Secundi $1\frac{1}{4}$. Tertii $1\frac{3}{4}$. Quarti 4, quæ mihi erat $3\frac{1}{2}$. Quinti 12. omnia magnis laboribus vigiliiſque reperta.

Ecquis jam ſyſtemata hæc inſpiciens, atque inter ſe conferens, non ſtupet ad magnitudinem, ingentemque paratum duorum præ exiguo tenuique Telluris noſtræ? aut cui nunc in mentem venire poteſt in hac una Solem ambientium, omnem ornatum, omnia animalia, omnes qui cœleſtia mirentur inveniri; in illis vero nihil impoſuiſſe rerum conditorem; nec alio ſine tam vaſtas corporum moles creaſſe, quam ut lucem eorum nos homunculi intueremur, curſumque forſitan inquireremus?

De hac proportione magnitudinis conſtare ex recentiorum obſervationibus.

Credo equidem futuros qui falſa aut incerta eſſe dicant, quæ de magnitudine cœleſtium ſpatiorum nobis hic ſumuntur. Scio enim quam difficulter quiſquam adducatur, qui orbis Terrarum ſpatia mirari aſſueverit, inque eo tot populos, urbes, imperia; ut alibi exſtare credat quorum collatione hoc totum tam | ſit exiguum quam hæ figuræ (p. 103).

à croire qu'il exifterait ailleurs des chofes en comparaifon defquelles ce tout ferait auffi exigu que le font voir nos chiffres. Mais nous les avons tirés, ces chiffres, des écrits des premiers Aftronomes de ce temps; c'eft bien de leurs publications que font déduits les rapports ici imprimés des Grandeurs des fyftèmes. En effet, fi la Terre eft éloignée du Soleil de dix ou onze mille diamètres, comme le concluent Caffini en France et Flamfteed en Angleterre en fe fervant des obfervations les plus précifes des parallaxes de Mars [13]), tandis que nous auffi, par une conjecture probable, avons trouvé douze mille diamètres [14]), il s'enfuit que les grandeurs des orbites confidérées feront entre elles à peu près comme nous les avons mifes ici.

Quelle eft en Jupiter la grandeur apparente du Soleil et le montant de fa lumière, et comment on peut en faire l'expérience.

Mais continuons à parler de Jupiter, vu de laquelle le Soleil a un diamètre cinq fois plus petit que chez nous, de forte qu'on n'y peut fentir qu'une vingt-cinquième partie de la lumière et de la chaleur qui nous arrivent de lui. Mais cette lumière ne doit aucunement être eftimée faible; c'eft ce que montre l'éclat de Jupiter vue de nuit; c'eft ce qui réfulte d'autre part de ce qui nous arrive dans les Eclipfes du Soleil, où parfois moins d'une vingt-cinquième partie de fon difque refte vifible: comme je me fouviens de l'avoir vu, la diminution de l'illumination en ce cas n'eft pas fort appréciable. Si l'on veut rechercher par voie expérimentale quelle eft l'intenfité de la lumière Solaire en Jupiter, qu'on prenne un tube d'une certaine longueur bouché d'une part par une plaque ayant au milieu une ouverture ronde et dont la largeur foit à la longueur du tube comme la corde d'un arc de 6' eft au rayon correfpondant, c. à. d. à peu près comme 1 à 570. Qu'on tourne enfuite ce tube vers le Soleil et qu'on reçoive les rayons qui paffent par la dite ouverture à l'autre extrémité fur une feuille de carton blanc fur laquelle ne puiffe tomber aucune autre lumière. Ces rayons produiront une image ronde du Soleil dont la clarté fera la même que celle aperçue en des jours fereins par les habitants de Jupiter. Mais fi, après enlèvement du carton, on place l'oeil au même endroit, celui-ci verra le Soleil en telle grandeur et avec un éclat tel qu'il apparaitrait à un homme placé fur le globe de Jupiter.

La même chofe pour Saturne.

Que fi dans le même tube on fait une ouverture d'un diamètre deux fois plus faible, il tombera fur la feuille de carton, ou fur l'oeil, une lumière telle qu'elle parvient aux Saturnicoles. Laquelle, n'étant qu'une centième partie de celle reçue par nous de la part du Soleil, fuffit pourtant pour nous montrer la nuit Saturne affez lucide. Mais en l'une et l'autre Planète, fi l'on y a quelquefois des journées nubileufes, il faut que l'illumination foit bien mauvaife jugée d'après nos yeux; pour leurs habitants elle eft fans doute telle qu'ils ne fe plaignent nullement de fa faibleffe. De même que pour les hibous et chauve-fouris la lumière du crépufcule ou même celle qui refte au milieu de

[13]) Voyez sur Flamsteed l'Appendice VIII qui suit où nous renvoyons aussi à la p. 331 qui précède où il est question de Cassini.

[14]) Comparez la p. 308 qui précède.

demonſtrant. Atqui ex ſummorum hujus ætatis Aſtronomorum ſcriptis ea hauſimus, ex quibus iſtæ ſyſtematum inter ſe rationes conſequantur. Si enim Terra à Sole decem vel undecim mille diametris ſuis diſtat, ut Caſſinus in Gallia, apud Anglos Flamſtedius colligunt, parallaxium in Marte ſubtiliſſimis obſervationibus uſi[13]); cum nos quoque probabili conjectura, duodecim mille diametros[14]) invenerimus; erunt & iſtæ orbium magnitudines inter ſe ferè quales hic deſcripſimus.

Sed de Jove dicere pergamus, ex quo Sol ſpectatus diametrum quintuplo quam apud nos minorem habet; ut proinde lucis caloriſque illic pars tantum vigeſima quinta ſentiri poſſit. Sed ea lux nequaquam debilis putanda eſt, idque oſtendit inſignis Jovis per noctem claritas. Tum quod in Solis Eclipſibus quæ nobis contingunt, etiamſi nec vigeſima quinta pars diſci ejus ſuperſit, ut me videre memini, non admodum ſentiatur obſcuratio. Si vero experimento inquirere libeat quanta ſit illa in Jove Solis lux, ſumatur tubus certæ longitudinis, iſque parte altera obturetur, impoſitâ lamellâ in cujus medio | foramen ſit rotundum, ea latitudine quæ ad tubi longitudinem ſe habeat ut ſubtenſa 6 ſcrupulorum primorum ad radium, hoc eſt fere ut 1 ad 570. Deinde ad Solem tubus obvertatur, radiique ejus per foramen ingreſſi excipiantur parte oppoſita, in chartæ candidæ folium; nec aliunde eo lux incidere poſſit. Hi radii imaginem Solis circulo referent, cujus claritas erit eadem quæ ſerenis diebus percipitur à Jovis incolis. Remotâ autem chartâ, ſi eodem loco oculus ponatur, videbit hic Solem ea magnitudine ac ſplendore, qui in Jovis globo conſiſtenti appareret.

Quænam ſit Solis apparens magnitudo & lux in Jove, & qui cognoſci queat.

(p. 104).

Quod ſi in eodem tubo foramen duplo anguſtiori diametro ſtatuatur, incidet in chartam, aut in oculum, lux ejuſmodi qualis ad Saturnicolas pervenit. Quæ cum centeſima tantum pars ſit noſtræ quam a Sole accipimus, tamen per tenebras noctis Saturnum ſatis lucidum nobis oſtendit. In utroque vero Planetarum iſtorum, ſi nubiloſ quandoque dies habent, malignam tunc lucem eſſe oportet, ſi noſtris oculis judicanda ſit; at illorum habitatoribus talem haud dubiè, ut nihil de tenuitate ejus querantur.

Itidem in Saturno.

la nuit eſt plus utile et plus agréable que celle qui éclaire l'air et la terre durant le jour.

Qu'en Jupiter il y a des jours de cinq heures.

Il eſt aſſez étonnant, eu égard à l'immenſité du globe de Jupiter par rapport au nôtre, que les jours — et les nuits de même — n'y valent que cinq de nos heures. On voit par là que la nature n'a pas du tout obſervé en cette circonſtance un rapport comparable à celui des volumes ou des diſtances au Soleil. Même remarque pour Mars: les jours y ſont à peu près égaux aux nôtres.

Mais dans le cas de la longueur de l'année, en d'autres termes dans celui de la période de l'orbe décrit autour du Soleil, elle a établi une loi rigoureuſe reliant les périodes aux diſtances: les troiſièmes puiſſances des diſtances des Planètes au Soleil ſont entre elles comme les carrés de leurs périodes, comme Kepler l'a remarqué le premier. L'on a trouvé plus tard que la même loi gouverne les ſatellites de Jupiter et de Saturne[15]).

Et un équinoxe perpétuel.

Les longueurs de l'année et des jours étant donc en Jupiter bien différentes des nôtres, il y a de plus cette autre différence entre les jours qu'ils y ſont tous de la même longueur. Car ſes habitants jouiſſent d'un équinoxe perpétuel puiſque l'axe du mouvement journalier de Jupiter eſt à peu près normal au plan de ſa courſe autour du Soleil, non pas oblique comme dans le cas de la Terre, comme cela paraît par les obſervations téleſcopiques. Là auſſi les endroits voiſins des pôles ſont plus froids à cauſe de l'obliquité des rayons du Soleil; ils n'éprouvent cependant pas de longues nuits comme les environs des pôles Terreſtres, mais ont partout et toujours, comme je l'ait dit, des ténèbres et des clartés de cinq heures. Une ſi grande brièveté du jour ne nous plairait ſans doute pas. Il nous ſemble qu'un meilleur ſort nous eſt échu à cauſe de la durée plus que double de nos jours. Sans aucune raiſon cependant, ſi ce n'eſt que nous avons l'habitude d'eſtimer meilleur ce à quoi nous ſommes accoutumés.

De Jupiter on ne voit qu'une ſeule des Planètes, ſavoir Saturne, puiſque les autres ſont trop voiſines du Soleil et que Mars elle-même ne s'en écarte pas plus que de 8°. Mais nous ne pouvons nier que les habitants de Jupiter tirent beaucoup plus de profit de leurs quatre Lunes que nous de notre Lune unique, ne ſerait-ce qu'à cauſe du fait qu'ils ont rarement des nuits ſans aucune lune. Que s'ils naviguent auſſi ſur leurs mers, ce dont nous avons parlé plus haut, ils peuvent ſort bien ſe diriger à l'aide de ces ſatellites. Pour ne rien dire du charmant ſpectacle réſultant de leurs diverſes conjonctions et Eclipſes leſquelles ils peuvent obſerver de jour en jour.

Néceſſairement les Saturnicoles jouiſſent des mêmes commodités et des mêmes ſpectacles ou même encore de plus conſidérables, tant à cauſe du nombre cinq de leurs Lunes que par les admirables aſpects de l'Anneau viſible tant le jour que la nuit. Mais il convient d'expoſer toute leur Aſtronomie de même que nous l'avons fait pour les autres Planètes.

---

[15]) Comme cela avait déjà été dit à la p. 692.

Sicut in noctuis, vespertilionibusque utilior gratiorque est crepusculi lux, aut quæ in ipsa nocte relinquitur, quam quæ diei tempore aerem terramque illustrat. (p. 105.

In Jove porro dierum spatia, quinque tantum horas nostrates æquare, ac noctes tantundem, admiratione non caret, propter tantam illius globi præ nostro magnitudinem. Et ex hoc nimirum intelligitur naturam haudquaquam ea in re servasse rationem quæ est secundum globorum molem, aut eorum distantiam à Sole; cum etiam in Marte dies sint fere nostris pares. At in annorum longitudine, hoc est, tempore circuitus circa Solem, certam omnino distantiarum, quibus ab illo Planetæ absunt, rationem habuit. Sunt enim ut harum cubi, ita quadrata temporum periodicorum, ut primus advertit Keplerus. Idque in comitibus Jovis & Saturni eodem modo se habere inventum est[15]). Cum itaque anni & dierum tempora in Jove à nostris multum diversa sunt, tum dies hoc nomine etiam differunt, quod eadem semper sint longitudine. Perpetuo enim illic fruuntur æquinoctio, quoniam axem motus diurni Jupiter rectum ferme habet ad planum itine|ris sui circa Solem, nec ut Tellus obliquum; ut telescopiorum observationibus constat. Frigidiores autem & ibi sunt regiones quæ polis viciniores propter radiorum Solis obliquitatem: at longas noctes non patiuntur, sicut quæ sunt prope polos Terræ; sed tenebras lucesque habent, ut dixi, horarum quinque, ubique & semper. Ac nobis quidem haud sanè placeret tanta dierum brevitas, meliusque nobiscum agi putamus quod plus quam duplo longioribus utimur. Nulla tamen ratione, nisi quoniam potiora ducere solemus ea quibus assuevimus.

In Jove dies esse horarum quinque.

Et perpetuum æquinoctium.

(p. 106).

Planetarum unum Saturnum ex Jove vident; cum cæteri nimium Soli vicini sint; ipseque Mars ab eo non ultra 18 gr. digrediatur. Ex quaternis vero quas habent Lunis, quin multò plus commodi capiant, quàm nos ex unica nostra, negare non possumus, vel eo solo quod perrarò illunes noctes experiantur. Si verò & maria sua navigant, de quo supra dictum fuit, egregiè cursus regere earum auxilio possunt. Ut præteream spectaculi jucunditatem ex variis earum conjunctionibus, Eclipsibusque, quas quotidie intuentur.|

Eadem porro commoda ac spectacula, imò etiam majora, Saturnicolis evenire necesse est, cum ob quinque Lunarum numerum, tum ob mirabiles Annuli aspectus, nocte dieque iis obversantes. Sed totam eorum Astronomiam, sicut in cæteris fecimus Planetis, exponere oportet. (p. 107).

Qu'aux habitants des Planètes les étoiles fixes apparaissent de la même manière qu'à nous.

Nous noterons d'abord, ce qui pouvait être dit de toutes les Planètes, mais est ici le plus remarquable, que de Saturne les étoiles fixes apparaissent comme chez nous, formant les mêmes figures et se distinguant par une même diversité de clartés; ceci à cause de leur immense distance dont nous parlerons plus loin. Par rapport à elle l'espace que parcourrait en vingt-cinq ans un boulet de canon doit être estimé fort petit.

Les Astronomes y contemplent donc les mêmes signes, Orion, Ours, Lion etc., sans pourtant que ceux-ci tournent autour du même pôle que pour nous: le pôle est différent pour chaque Planète.

Quel est l'aspect des Planètes et quel le jour en Saturne.

De même qu'aux habitants de Jupiter Saturne seul parmi les Planètes primaires est visible, de même aussi les Saturnicoles n'aperçoivent que Jupiter, laquelle pour eux est la même chose que Vénus pour nous: elle ne s'écarte que d'environ 37° du Soleil. Nous ne sommes pas en état de déterminer avec certitude la longueur de leur jour. Mais à en juger d'après la distance et la période du satellite intérieur et les comparant avec celles du satellite intérieur du groupe qui entoure Jupiter, il devient probable que les jours n'y sont pas plus longs qu'en Jupiter, où nous les avons dits être de dix heures ou d'un peu moins. Mais tandis que ces derniers sont également divisés en clarté et ténèbres, les Saturnicoles éprouvent une inégalité insigne des jours, plus grande même que la nôtre, et une différence encore plus marquée entre l'été et l'hiver; ceci à cause de l'inclinaison de l'axe de leur globe sur le plan de son orbite laquelle est de 31 degrés, tandis que l'axe de notre Terre n'a qu'une obliquité de $23\frac{1}{2}$ degrés. Cette même obliquité oblige les Lunes de Saturne à s'écarter plus longuement de la route du Soleil, de celle bien entendu qui existe pour ses habitants à elle; elle est aussi la cause pour laquelle ils ne voient jamais leurs Lunes pleines si ce n'est aux temps des équinoxes qui y arrivent deux fois en trente de nos années. La même position de l'axe offre aux habitants de cette Planète des phénomènes variés et admirables; pour qu'on puisse les comprendre nous placerons ici de nouveau la figure de Saturne tout entière avec son Anneau, où, comme nous l'avons anciennement déterminé lorsque nous tirions les premiers cette étrange formation des ténèbres, il existe entre les diamètres de l'anneau et du globe le rapport 9:4. L'espace libre entre les deux aura la même largeur que l'anneau. Quant à son épaisseur, les observations font voir qu'elle est petite: cependant, par rapport au diamètre, cette exiguité ne sera pas excessive: l'épaisseur peut même être estimée de plus de six cents milles Germaniques.

Soit donc ici, d'après ces données, le globe de Saturne [Fig. 154] ayant les points A et B pour pôles. GN y est le diamètre de l'Anneau vu obliquement de telle manière que sa circonférence est représentée par une Ellipse assez étroite. Il existe donc autour des deux pôles des zones correspondant aux arcs CAD et EBF de 54 degrés dont les habitants (à moins que peut-être le froid ne rende ces zones inhabitables) ne peuvent jamais porter leurs regards sur l'Anneau. De tout autre point de la surface on le voit continuellement durant quatorze ans et neuf mois, ce qui pour eux est l'espace d'une demi-année. L'autre moitié de leur année il leur est caché. Il faut encore remarquer à ce propos que ceux qui habitent la très large zone située entre le

Quel est en Saturne l'aspect de l'Anneau.

Atque hic primum illud annotabimus, quod de omnibus dici poterat, ſed hic magis mirandum eſt, ſtellas inerrantes è Saturno iiſdem planè figuris, eademque luminis diverſitate diſtinctas, atque apud nos ſpectari: idque ob immanem earum diſtantiam, de qua poſtea dicetur. Ad quam nempe illa, quam viginti quinque annis globus à tormento emiſſus pervaderet, perexigua cenſenda ſit. Planeticolis ſtellas fixas eodem modo apparere, ac nobis.

Eadem igitur ſigna Orionis, Urſæ, Leonis, & reliqua, Aſtronomi illic contemplantur; at non circum eoſdem polos ac nobis ſeſe convertentia, ſed qui unicuique Planetæ diverſas cœli partes obtineant.

Sicut autem Jovis incolis ſolus Saturnus è primariis Planetis cernitur, ita Saturnicolis ſolus ſpectatur Jupiter; qui idem illis eſt quod nobis Venus, nec niſi 37 circiter grad. à Sole recedit. Quantam verò habeant die|rum longitudinem, certò cognoſci nequit. Sed, ex comitis intimi diſtantia ac periodo, exque eorum comparatione cum intimo Jovialium, veriſimile ſit non longiores eſſe dies illas quam ſint in Jove: quas decem horarum eſſe diximus, aut paulo minus. Sed, cum hæ æqualiter in lucem ac tenebras dividantur, Saturnicolæ inſignem inæqualitatem atque etiam majorem quam nos perpetiuntur, majuſque etiam æſtatis & hyemis diſcrimen; propter inclinationem axis globi Saturnii ad planum orbitæ ſuæ, quæ eſt partium 31; cum noſter Terræ axis tantum 23 & dimidiæ obliquitatem habeat. Hæc eadem declinatio in Saturno, Lunas ejus longè evagari facit à Solis via, vel quam pro hac illi habent: atque etiam cauſa eſt, cur nunquam Lunas ſuas pleno orbe lucentes conſpiciant, niſi æquinoctiorum tempore; quæ triginta annis noſtris bis ibi contingunt. Idem denique axis poſitus phænomena varia, ac mirabilia, Planetæ ejus incolis præbet; quæ ut intelligi poſſint, totius Saturni cum Annulo figuram hic rurſus deſcribemus: in qua, ſicut jam olim definivimus, cum mirum hunc fornicem è tenebris primùm erueremus, inter diametros | annuli globique ea erit ratio, quæ 9 ad 4. Vacuumque ſpatium inter utrumque interjectum, eandem quam annulus latitudinem habebit. Craſſitudinem autem hujus exiguam eſſe, obſervationes comprobant, quæ tamen ratione diametri, non nimia erit, etiamſi ſexcenta milliaria Germanica efficere putetur.

Qualis ſit Planetarum aſpectus, dierum ratio in Saturno.

(p. 108).

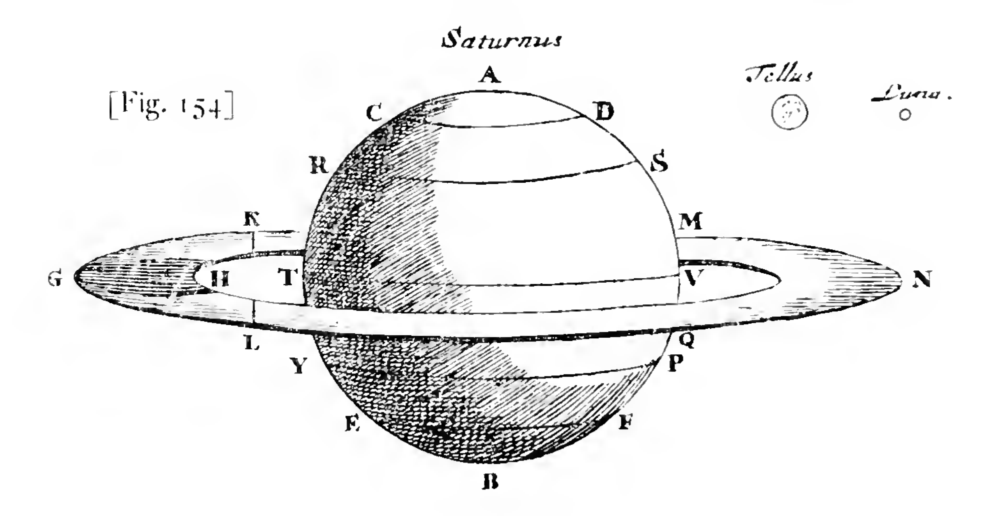
(p. 109).

Sit igitur ſecundum hæc Saturni globus cujus poli A, B. Annuli diameter G N, obliquè inſpecti, ita ut Ellipſin anguſtiorem circumferentia ſua referat. Sunt igitur circa polos utroſque portiones ſuperficiei, arcubus CAD, EBF, 54 partium, definitæ, quas qui incolunt (niſi frigus forſan inhabitabiles reddit) nunquam Annulum conſpicere poſſint. Ex reliqua omni ſuperficie vident eum annis continuis quatuordecim, menſibus novem: quod eſt ipſis anni ſpatium dimidium. Altero dimidio abſconditur. Quocirca qui habitant in zona ampliſſima inter circulum polarem CD, & TV, æqua-

Qualis ſit Annuli aſpectus in Saturno.

cercle polaire CD et TV, équateur gisant sous l'anneau, en voient au milieu de la nuit — aussi longtemps que le Soleil illumine la face de l'anneau tournée vers eux — la partie KGL ayant la forme d'un arc lucide surgissant du sol de part et d'autre, mais interrompu au milieu par l'ombre du globe de Saturne couvrant la partie GH le plus souvent jusqu'à l'extrême bord. Mais après minuit la même ombre se meut peu à peu vers la droite pour un spectateur vivant dans l'hémisphère boréal, vers la gauche s'il habite l'hémisphère opposé. Et cette ombre s'évanouit le matin, tandis que l'apparence d'un arc se maintient, lequel ils peuvent voir toute la journée, mais plus faiblement lucide que ne nous apparaît la Lune de jour. Du moins s'ils ont leur atmosphère à eux, autrement dit de l'air qui réverbère les rayons du Soleil, ce dont nous avons plus haut fait voir la probabilité. Car s'ils n'avaient rien de tel, ils verraient luire et

[Fig. 154]



l'anneau et leurs Lunes, et aussi les étoiles fixes, de la même manière pendant le jour que pendant la nuit. Le spectacle de l'anneau doit en outre être plus beau par le fait qu'ils peuvent le voir tourner dans son plan d'après le mouvement de certaines taches ou parties inégalement lumineuses. Ceci en effet ne peut manquer d'être remarqué à si courte distance, vu que déjà de notre Terre il apparaît sur la surface de l'anneau une clarté inégale: elle est plus faible vers le bord extérieur que vers le bord intérieur. Or, en même temps que l'ombre du globe est projetée sur la partie GH de l'Anneau, l'ombre de ce dernier recouvre une partie du globe vers PF qui sinon jouirait de la lumière du Soleil. De sorte qu'il existe toujours une certaine Zone PYEF, tantôt plus large, tantôt plus étroite, dont les habitants sont longtemps privés de la vue du Soleil en même temps que de celle de l'anneau, lequel leur cache aussi en ce temps une partie des étoiles. Ce qui doit nécessairement leur paraître une espèce de miracle lorsque, par l'exclusion du Soleil, ils sont livrés à une profonde obscurité sans voir ce qui en est la cause. En ce temps ils n'ont d'autre lumière solaire que celle qui leur vient de leurs

tori annuloque ſubjacentem, quandiu ſuperficiem annuli ipſis obverſam Sol illuminat, vident media nocte portionem ejus KGL, arcus lucidi forma, qui utrimque ab horizonte | exurgit, ſed medius interrumpitur umbra globi Saturnii partem GH tegente (p. 110). plerumque ad extremum uſque marginem. Poſt mediam verò noctem umbra eadem paulatim in partem dextram movetur, ſpectatori in hemiſphærio boreo agenti; in ſiniſtram verò, ſi in oppoſito verſetur. Evaneſcitque matutino tempore, manente tamen arcus ſpecie, quem tota die cernere poſſint, ſed tenuius lucentem quam nobis Luna noſtra interdiu conſpicitur. Siquidem ſua illis eſt atmoſphæra, ſive aer a Sole ſplendeſcens, ut probabile eſſe ſuperius oſtendimus. Nam ſi nihil tale haberent, non aliter interdiu quam noctu & annulum & Lunas ſuas, ſtellaſque inerrantes lucere viderent. Annuli porro ſpectaculum, hòc quoque pulchriùs eſſe oportet, quod eum in ſeſe converti, ex maculis quibuſdam, aut inæquali ſplendore animadvertunt. Neque enim ex tanta propinquitate hoc notari non poteſt, cum vel è Tellure noſtra inæqualis claritas, in ſuperficie annuli, appareat; quæ limbo exteriore, quàm interiore, minor eſt. Simul autem, dum globi umbra in Annuli partem GH projicitur, etiam annuli umbra obſcurat globi partem circa PF, quæ | alioqui Solis luce frueretur. Ut (p. 111). proinde ſemper Zona quædam ſit PYEF, nunc latior, nunc anguſtior, cujus incolæ multo tempore conſpectu Solis, annulique ſimul, priventur; qui tunc quoque ſtellarum partem aliquam illis auſert. Quod certè miraculi inſtar videri neceſſe eſt; intercepto Sole, in profundam noctem incidentibus; nec quid eam efficiat videntibus. Quo tempore Lunarum ſolo lumine ſe ſolantur. Altera anni parte dimidia, cum oppoſitam

Lunes. Dans l'autre moitié de l'année, lorſque le Soleil illumine la ſurface oppoſée de l'anneau, l'hémiſphère TBV jouit de la lumière de la même manière qu'auparavant l'hémiſphère TAV, et ce dernier éprouve alors à ſon tour une longue éclipſe. C'eſt ſeulement aux temps des équinoxes, alors que le Soleil ſe trouve préciſément dans le prolongement du plan de l'anneau, que celui-ci, dépourvu de toute illumination, peut à peine être viſible pour les Saturnicoles, étant également inapercevable par nos lunettes. Ceci arrive lorſque Saturne, vue du Soleil, occupe le degré $21\frac{1}{2}$ de la Vierge ou des Poiſſons, comme nous l'avons jadis expoſé dans le ſyſtème de Saturne; où nous donnons auſſi les raiſons des phénomènes décrits plus haut, autrement dit, où nous parlons des levers du Soleil au-deſſus du plan de l'Anneau dans le cours de l'année Saturnienne.

J'ai marqué dans cette figure, à côté de Saturne, les globes de notre Terre et de la Lune, d'après le véritable rapport de leurs grandeurs, afin qu'on remarque encore une fois combien notre demeure eſt petite en comparaiſon de la ſphère et de l'anneau de Saturne, ce qu'il convient d'avoir conſtamment dans la penſée. D'après ce qui a été dit chacun pourra ſe repréſenter une nuit de Saturne ornée de ſes deux arcs oppoſés d'anneau lucide, et de ſes cinq Lunes.

Voilà à peu près tout ce que j'avais à dire ſur les Planètes primaires.

Reſte à examiner ce qui ſe rapporte aux Lunes jointes à Saturne et à Jupiter, et ſurtout à la nôtre, tant pour ce qui regarde les phénomènes aſtronomiques que pour ce qui a trait à la recherche de l'équipement de leurs ſurfaces; et ſurtout à nous demander ſi l'exiſtence de ce qu'on peut appeler un équipement ordonné eſt probable, queſtion que nous avons évité de poſer juſqu'ici.

Au ſujet de la Lune on ne peut faire que peu de conjectures.

Il peut ſembler, attendu que le globe de la Lune eſt ſi proche de nous et préſente beaucoup de détails à ceux qui ſe ſervent d'un teleſcope, que nous puiſſions faire ſur ſa nature en général plus de conjectures, et des conjectures plus probables, que ſur les autres Planètes tant de fois plus éloignées. Mais le fait eſt qu'au contraire je ne me trouve guère en état de rien dire ſur les choſes de la Lune, pour la raiſon qu'il ne nous a pas été donné de voir de près aucune Planète de ce genre, tandis qu'il en eſt autrement pour les planètes primaires. En effet, ces dernières, comme il a été ſuffiſamment établi, ſont du même genre que notre Terre où nous voyons de près ce qui s'y paſſe et ce qui y exiſte, ce qui fournit un moyen de faire par analogie des conjectures ſur les autres.

Que la nature des ſatellites de Saturne et de Jupiter eſt la même que celle de la Lune.

Ce que nous pouvons affirmer ſans aucune héſitation c'eſt que les Lunes qui accompagnent, nous l'avons dit, Jupiter et Saturne ſont d'une même nature que la nôtre, puiſqu'elles circulent abſolument de la même manière autour de ces Planètes primaires et ſont emportées par celles-ci dans leurs courſes autour du Soleil, de même que la Lune eſt entraînée par la Terre. Nous verrons plus loin qu'il exiſte en outre pour les unes comme pour les autres, une deuxième reſſemblance à notre ſatellite. Il en réſulte que ſi nous réuſſiſſons à faire des conjectures ſur l'état de la Lune (or, nous ne pouvons conjecturer que peu) il faudra ſe figurer que l'état des quatre de Jupiter et celui

annuli ſuperficiem Sol illuſtrat, eodem modo, luce fruitur hemiſphærium TBV, quo prius TAV; & hoc viciſſim tunc longas illas eclipſes patitur. Sola æquinoctiorum ſunt tempora, Sole in ipſum productum annuli planum incidente, cum lumine deſtitutus vix Saturnicolis apparere poteſt; quando nec noſtris percipitur dioptris. Tenente nimirum Saturno, ex Sole viſo, gradum Virginis, aut Piſcium, viceſimum primum cum dimidio; quemadmodum in Saturnio ſyſtemate olim expoſuimus. Ubi ratio quoque redditur eorum, quos diximus, exortuum Solis ſuper Annuli planum, toto Saturnii anni decurſu.

Appoſui in ſchemate hoc, juxta Saturnum, Terræ noſtræ, Lunæque globos, ſervata magnitudinum vera ratione; ut rurſus intelligatur, quam exigua ſit habitatio noſtra, ad Saturni ſphæram annulumque collata; quod continue cogitationi infixum habere expedit. Imaginem vero Saturniæ noctis, geminis annuli lucentis arcubus adverſis, & quinque Lunis ornatæ, ſibi quiſque formare ex jam dictis poterit. Et de primi quidem ordinis Planetis, hæc fere erant quæ dicenda habebam. (*p.* 112).

Supereſt ut de Lunis quoque Saturno ac Jovi additis, ac præcipuè de noſtra, quæramus, tam quæ ad phænomena aſtronomica attinent, quam quæ ad ornatum in earum ſuperficie reperiendum, ac præſertim an aliquem eſſe probabile ſit; quod hactenus facere diſtulimus.

Ac videtur quidem, cum tam propinquus nobis ſit Lunæ globus; teleſcopioque utentibus multa particulatim conſpicienda præbeat; plura quoque ac probabiliora de univerſa natura ejus, quàm de Planetarum cæterorum conjici poſſe, tanto quippe remotiorum. Sed contra evenit ut vix quidquam de Lunæ rebus dicendum reperiam, nimirum quia | ejus generis Planetam nullum coram intueri contigit; cum in primariis illis aliter hoc ſeſe habeat. Sunt enim, ut jam ſatis conſtat, generis ejuſdem ac Tellus noſtra, in qua, quid rerum geratur, quidve exſtet, propè intuemur, eoque de cæteris ſimilia quædam conjectandi ratio ſuppetit. De Luna pauciora conjici poſſe. (*p.* 113).

Illud vero ſine omni dubitatione ſtatuere poſſumus, ejuſdem naturæ, ac Luna noſtra, eſſe illas, quæ Jovem ac Saturnum comitari dictæ ſunt, ſiquidem eodem prorſus modo primarios hoſce Planetas circumeunt, ſimulque cum illis circum Solem feruntur, perinde ac cum Tellure Luna. Sed & aliam utrobique ſimilitudinem intercedere poſtea videbimus. Quamobrem ſi quid de Lunæ ſtatu conjicere poſſimus, (poſſumus autem pauca admodum) idem in quatuor illis circa Jovem, & in quinque Saturniis Satellitum Saturni & Jovis eandem ac Lunæ rationem eſſe.

des cinq de Saturne ne ſont pas bien différents. Car il faut conſtamment maintenir que ces lunes-là ne ſont pas inférieures à la nôtre ni moins bien équipées.

Que la Lune ſe distingue par la poſſeſſion de montagnes et de parties baſſes.

Déjà avec de petites lunettes d'une longueur de trois ou quatre pieds il apparaît en notre Lune que ſa ſurface eſt traverſée par pluſieurs chaînes de montagnes et eſt compoſée d'autre part de parties baſſes fort étendues. En effet, on voit les ombres des montagnes du côté oppoſé à celui du Soleil; et ſouvent des plaines de dimenſions plus modeſtes bornées de toutes parts par une chaîne de montagnes poſſédant à peu près la forme d'une circonférence de cercle, y ſont aperçues au milieu deſquelles s'élèvent une ou pluſieurs montagnes moins hautes. De cette forme ronde des dites plaines ou vallées Kepler tirait la concluſion que nous avons affaire à d'immenſes travaux d'habitants de la Lune raiſonnablement agiſſants [16]). Mais ceci eſt tout-à fait incroyable tant à cauſe de la grandeur de ces formations que de la facilité avec laquelle de telles cavités rondes peuvent être produites par des cauſes naturelles. Quant à des apparences de mers, je n'en trouve aucune dans la Lune, quoique tant Kepler que la grande majorité des autres obſervateurs ſoient d'un autre avis. En effet, il y exiſte, il eſt vrai, d'immenſes régions planes beaucoup plus obſcures que les parties montagneuſes et que je vois être généralement conſidérées comme des mers et déſignées par des noms d'océans; mais en les regardant avec un téleſcope plus grand je conſtate que dans ces parties baſſes auſſi il y a de petites cavités rondes où les ombres tombent endedans, ce qui ne s'accorde pas avec l'exiſtence de nappes d'eau marine; d'autre part, en obſervant avec beaucoup de ſoin les champs étendus, on voit qu'ils ne préſentent pas une ſurface parfaitement uniforme. Ce ne peuvent donc être des mers; ces champs doivent être compoſés d'une matière moins blanche que celle des parties plus inégales parmi leſquelles il y en a encore qui ſe diſtinguent par une plus grande clarté. Il ſemble auſſi qu'il n'y ait en la Lune aucun fleuve ou rivière: ils ſe feraient remarquer dans les images nettes produites par nos téleſcopes, du moins ſi, comme la plupart des nôtres, ils coulaient entre des montagnes ou des rives fort élevées. Mais il n'y a auſſi aucun nuage d'où pourraient provenir des pluies fourniſſant de la matière liquide aux fleuves ou rivières: s'il y en avait, nous verrions ces nuages couvrir tantôt ces régions-là de la Lune et les ſouſtraire à notre vue, ce qui n'arrive point; il y règne au contraire une ſérénité perpétuelle.

Qu'elle ne possede pas de véritable mer.

Pas de rivières.

Pas d'air et d'eau.

Il eſt en outre manifeſte que la Lune n'eſt entourée ni d'air ni d'une atmoſphère comparable à celle de la Terre. En effet, s'il y en avait une telle, le bord extérieur de la Lune ne pourrait pas paraître auſſi net qu'on le conſtate à l'occaſion de l'obſcuration de quelqu'étoile; il ſe terminerait par une certaine lumînoſité évanouiſſante et pour ainſi dire par du duvet, pour ne rien dire de la circonſtance que les vapeurs de notre

[16]) Voyez la note 5 de la p. 683 qui précède.

haud multo aliter ſe habere putandum erit. Illud ſemper menti infixum tenendo, non eſſe illas viliores aut minore ornatu excultas.

Illud igitur in Luna noſtra apparet, etiam minoribus perſpicillis trium quatuorve pedum longitudine, plurimis montium tractibus, rurſuſque planis vallibus latiſſimis, ſuperfi|ciem ejus diviſam eſſe. Cernuntur enim montium umbræ ea parte quam a Sole averſam habent; ac frequenter jugo in circulum fere compoſito incluſæ valles quædam minores animadvertuntur; quarum medio monticuli, unus pluresve rurſum eminent. Ex qua vallium rotunditate argumentum ſumebat Keplerus, Lunicolarum, cum ratione operantium, immenſas has eſſe molitiones[16]). Sed hoc incredibile prorſus, tum ob nimiam earum magnitudinem; tum quod facile naturalibus cauſis cavitates ejuſmodi orbiculares formari poſſint. Marium vero ſimilitudinem illic nullam, (etſi & ille, & alii plerique omnes contra ſentiunt) reperio. Nam regiones planæ ingentes, quæ montoſis multo obſcuriores ſunt; quaſque vulgo pro maribus haberi video, & oceanorum nominibus inſigniri; in his ipſis, longiori teleſcopio inſpectis, cavitates exiguas ineſſe comperio rotundas, umbris intus cadentibus; quod maris ſuperficiei convenire nequit: tum ipſi campi illi latiores non prorſus æquabilem ſuperficiem præferunt, cum diligentiùs eas intuemur. Quocirca maria eſſe non poſſunt, ſed materia conſtare debent minus can|dicante, quàm quæ eſt in partibus aſperioribus: in quibus rurſus quædam vividiori lumine cæteris præcellunt. Nulli quoque fluvii in Luna ineſſe videntur. Non enim effugerent aciem perſpicillorum noſtrorum; ſaltem ſi inter montes aut ripas præaltas, ut noſtri plerique, laberentur. Sed neque nubes ullæ ſunt unde pluviæ generentur ad ſuppeditandum fluviis humorem. Si enim eſſent, videremus eas nunc has nunc illas Lunæ regiones obtegere, ac viſui noſtro ſubducere, quod nequaquam contingit, ſed perpetua apparet ſerenitas.

Lunam montibus & vallibus diſtinctam eſſe.

(p. 114).

Carere vero mari.

(p. 115).

Fluviis.

Nubibus.

Porrò nec aëre aut atmoſphæra Lunam cingi, qualis circum Tellurem hanc ambit, manifeſtum eſt. Quia ſi qua talis exiſteret, non poſſet extrema Lunæ ora tam præciſe circumſcripta ſpectari, quam ſubeunte ſtella aliqua ſæpe animadverſa eſt; ſed evanida quadam luce, ac velut lanugine finiretur, ut omittam vapores atmoſphæræ noſtræ maximam partem ex aquæ particulis conſtare; ac proinde, ubi nulla ſunt maria aut

Aere & aqua.

atmosphère consistent pour la plus grande partie en des particules d'eau et que là où il n'y a ni mers ni fleuves il n'existe pas de réservoirs d'où de telles particules pourraient s'élever en l'air. L'insigne différence qui existe donc sous ce rapport entre la Lune et notre Terre nous rend presqu'impossible de faire des conjectures. Si nous y avions observé des mers et des fleuves ce serait là un argument pour admettre que le reste de la parure de la Terre y existe aussi et que l'opinion de Xénophane est donc conforme à la vérité, lui qui disait que la Lune est habitée et qu'elle est une Terre à beaucoup de villes et de montagnes [17]). Maintenant il semble au contraire que ni des plantes ni des animaux ne peuvent exister sur ce sol aride, dépourvu de toute eau, puisque c'est de la matière à l'état liquide qui devrait fournir à eux tous tant la substance dont ils se composeraient que celle de leurs aliments.

Que par conséquent toute conjecture sur l'existence d'animaux ou de plantes serait fort incertaine.

Faut-il donc croire qu'un globe de cette grandeur a été créé uniquement pour nous éclairer pendant la nuit d'une douce lumière ou causer les flux et reflux de la mer? N'y aura-t-il personne là-bas qui jouisse du fort beau spectacle de la révolution de notre Terre, montrant tantôt l'Europe et l'Afrique, tantôt l'Asie, tantôt l'Amérique; luisant tantôt en entier, tantôt pour la moitié? Toutes les Lunes qui entourent Jupiter et Saturne circuleront-elles avec une égale inutilité et seront-elles également dénudées? Je ne fais que répondre à cette question, puisqu'aucune conjecture ne se présente qui serait basée sur une chose pareille. Il semble toutefois plus probable, à cause de l'excellence de ces corps, qu'il se trouve quelque chose sur leur surface, qu'il y croît et y vit quelque chose, de quelque nature que ce soit et quelque grande que soit sa différence avec ce qui nous est connu. Il serait possible qu'une matière différant de notre eau y soutînt la vie des plantes et des animaux. Une légère humidité sur un sol ne l'absorbant pas aussi facilement que le nôtre pourrait suffire aux rayons du Soleil pour en faire sortir de la rosée capable de nourrir des plantes basses et des arbres. Ce que je constate être aussi venu à l'esprit de Plutarque dans son dialogue de la Face dans l'orbe Lunaire [18]). Car chez nous aussi il ne faudrait que l'extrême surface de la mer, qu'une mince pellicule pour ainsi dire, pour fournir l'humidité nécessaire aux champs et à leurs plantes, humidité que le Soleil pourrait en tirer et qui se condenserait non pas en nuages mais

---

[17]) C'est ce qu'on ne trouve que chez Cicéron („Academica" II 123): „habitari ait Xenophanes in luna eamque esse terram multarum urbium et montium".

[18]) Plutarque y parle à plusieurs reprises d'un „tenuis aër" se trouvant sur la lune. „ . . . Lunam . . aërem in se multum hinc inde dispersum aiunt continere . . cum . . aër nimirum superficiei curuitatis eius incumbat . . . Quid verò miri est, si in Luna radices, semina, plantæque nascuntur nihil pluviarum ope indigentes aut hyemis: sed æstiuo & tenero aëre, ad naturam ipsorum accommodato contentæ?" Nous citons les p. 922, 923 et 939 de l'édition gréco-latine de G. Xylander („Plutarchi Chæronensis omnium quæ exstant operum Tomus secundus, continens Moralia", Paris 1624).

ſluvii, non eſſe unde eorum copia ſurſum educatur. Hæc igitur inſignis differentia quæ Lunam inter Terramque noſtram reperitur, omnem | fere aditum conjecturis obſtruit. (p. 116). Nam ſi maria amneſque ineſſe cernerentur, haud leve argumentum eſſet cæterum quoque Terræ ornatum ei convenire, veramque adeo eſſe Xenophanis opinionem, qui habitari in Luna dicebat, eamque Terram eſſe multarum urbium & montium[17]). Nunc vero in ſolo arido, & omnis aquæ experte, non videntur neque herbæ, neque animantia exſtare poſſe, cum omnibus iſtis humor materiam & alimenta præſtare debeat.

Hinc de animantibus & ſtirpibus incertiorem conjecturam eſſe.

Anne igitur credendum, tantæ magnitudinis globum in hoc conditum eſſe ut noctu nobis lucem tenuem largiatur, aut æſtus maris cieat? Nemo erit qui pulcherrimo inde ſpectaculo fruatur Telluris noſtræ in ſe revolutæ, & nunc cum Europa Africam, nunc Aſiam, nunc Americam oſtentantis; nunc plene, nunc dimidio orbe lucentis? Omnes item quæ Jovem ac Saturnum circunſtant Lunæ, æquè inutiles vacuæque ſerentur? Non habeo equidem quod dicam, cum nulla ab re ſimili conjectura ſuppetat. Magis tamen probabile videtur ob corporum præſtantiam, aliquid in ſuperficie eorum geri, aliquid creſcere ac vivere, qualecunque tandem id ſit, | & quantumlibet à rebus noſtris (p. 117). diverſum. Poſſet forſan ſtirpium animaliumque ibi vitam aliud quid, aquæ noſtræ diſſimile, ſuſtentare. Poſſet exiguus humor in terra, non æque ac noſtra, aquam combibente, ſufficere radiis Solis, unde rorem educerent, alendis herbis arboribuſque idoneum. Quod idem Plutarcho in mentem veniſſe video in eo qui de Facie in orbe Lunæ eſt dialogo[18]). Nam neque apud nos, niſi ſumma maris ſuperficie, ac tenui veluti pellicula opus eſſet, ad humorem terris, ſatiſque ſuppeditandum, quem Solis vis elicuiſſet, quique in rorem tantum, non vero in nubes condenſaretur. Sed hæ admodum leves ſunt conjecturæ aut ſuſpiciones potius, nec aliud habemus ex quo de Lunæ

seulement en rosée. Mais ceci ne sont que des conjectures ou plutôt des soupçons de fort peu de poids: nous n'avons rien d'où nous pourrions conclure par analogie à la nature de la Lune ou des autres satellites. Il faut en effet se figurer, comme nous l'avons dit, que la nature de toutes les lunes est la même; outre par la raison alléguée ci-dessus ceci est confirmé par la suivante: de même que notre Lune nous regarde toujours d'une même face, ainsi en est-il des satellites de Jupiter et de Saturne par rapport à leurs Planètes primaires. Ceci pourrait sembler une étonnante découverte; mais il n'était pas difficile de le conjecturer après qu'il avait été observé, comme je l'ai dit un peu plus haut, que la lune extrême de celles qui entourent Saturne n'est visible que lorsqu'elle se trouve du côté occidental de la Planète. qu'à l'orient elle est donc toujours cachée. En effet, on comprend aisément que cela provient du fait que cette Lune a une surface en grande partie obscure et que lorsque cette partie plus obscure que le reste est tournée vers nous, elle ne peut être aperçue à cause de la faiblesse de sa lumière; or, comme elle est toujours trouvée obscurcie lorsqu'elle se trouve dans la partie orientale de sa course, et jamais dans l'autre, c'est là un indice certain du fait que la même face de ce globule est toujours tournée vers Saturne, parce que de cette orientation résulte ce qui a été dit. Qui mettra en doute, étant acquis que tant dans le cas de ce satellite extrême que dans celui de notre Lune la même face est toujours vue de la Planète primaire correspondante, que la nature a arrangé les choses de même dans le cas des autres satellites de Jupiter et de Saturne? Quant à la cause efficiente, elle ne peut guère être que celle-ci: chez toutes les Lunes la matière est plus dense et plus lourde du côté le plus éloigné de la Planète. En effet, de cette façon cette partie tendra avec plus de force à s'écarter du centre de rotation, tandis que, si tel n'était pas le cas, une même face devrait suivant les lois du mouvement être toujours dirigée non pas vers la Planète mais vers les étoiles fixes.

Que les Lunes de Jupiter et de Saturne tournent, comme la nôtre, toujours la même partie vers leur Planète.

De cette position des Lunes par rapport aux Planètes correspondantes résulteront des spectacles étranges pour leurs habitants dont, il est vrai, il est extrêmement incertain s'ils existent, mais qui sont ici placés sur elles à titre de fiction. Il suffira de parler des indigènes de notre Lune. Pour eux son globe est divisé en deux hémisphères de telle manière que les habitants de l'un jouissent toujours de la vue de notre Terre, tandis que ceux de l'autre ne l'aperçoivent jamais. Excepté que quelques-uns d'entr' eux, vivant vers les bords des deux hémisphères, perdent et recouvrent sa vue alternativement. Or, les Géoscopes mentionnés voient la Terre suspendue dans l'éther beaucoup plus grande que la Lune ne nous apparait; plus précisément, elle leur présente un diamètre presque quadruple. Mais ce qui est remarquable, c'est qu'ils la voient nuit et jour suspendue au même endroit du ciel, comme si elle était perpétuellement immobile, les uns en leur zénith, les autres à une certaine hauteur au-dessus de l'horizon, quelques-uns dans l'horizon même; or, elle leur apparait en rotation autour de son axe, leur montrant ses continents l'un après l'autre en vingt-quatre heures, leur faisant voir de plus (ce que je voudrais bien voir aussi) les contrées avoisinantes aux pôles encore inconnues à nous, ses habitants. Ils la voient en outre dans le décor d'une

Quelle est pour les habitants des Lunes, supposé qu'il y en ait, la constitution des cieux, la division des jours, etc.

noſtræ, atque etiam reliquarum natura aliquid colligamus. Omnium enim, uti diximus, eadem putanda eſt; idque præter adductam ſuperius rationem, etiam hac alia confirmatur, quod ſicuti Luna noſtra eandem perpetuò faciem ad nos obverſam habet, ita & illæ Joviales ac Saturniæ ad ſuos Planetas primarios. Mirum videatur hoc ſciri potuiſſe; at non erat difficilis conjectura, poſtquam, ut paulo ante dixi, animadverſum | fuit extremam Saturniarum tunc ſolum conſpici, cum Planetæ huic ad occidentem poſita eſt; ab oriente vero ſemper eam latere. Facile enim perſpicitur id inde evenire, quod magna ſui parte obſcuriorem ſuperficiem habeat hæc Luna; quæ pars obſcurior cum ad nos converſa eſt, tunc cerni nequeat præ luminis tenuitate. Cumque ſemper in orbitæ ſuæ latere quod orientem ſpectat obſcurata reperiatur, in altero nunquam, manifeſtum indicium eſt eandem globuli regionem ſemper Saturnum reſpicere, quoniam ex eo illud contingere neceſſe eſt. Quis vero jam dubitet, cum & illius omnium remotiſſimæ & noſtræ Lunæ facies ſemper eadem ex primario Planeta ſuo ſpectetur, quin idem in cæteris, quæ circa Jovem ac Saturnum volvuntur, natura effecerit? Cauſa vero quare id fiat vix aliunde peti poteſt, quam quod denſior ponderoſiorque materia ſit Lunarum omnium parte ea, quâ ſemper à Planetis ſuis averſæ ſunt. Sic enim ea ipſa pars majore vi à centro circuitus recedere contendet: cum alioqui, ex motus legibus, eadem ſemper facies non ad Planetam, ſed ad fixas ſtellas eaſdem, continue obverti debuerit.|

Jovis ac Saturni Lunas, non ſecus ac noſtram Telluri, eandem partem ſuo Planetæ obvertere.

(p. 118).

Porro ex hoc poſitu Lunarum ad Planetas ſuos mira quædam ſpectacula evenire neceſſe eſt eas habitantibus, qui an ſint aliqui, ut jam apparuit, multo incertiſſimum eſt; ſed quaſi eſſent ponantur. Satis erit autem de noſtræ Lunæ indigenis dixiſſe. His igitur ſic in duo hemiſphæria globus ejus dividitur, ut qui alterum incolunt, ſemper Telluris noſtræ conſpectu fruantur, qui reliquum, ſemper eo careant. Niſi quod quidam, circa confinia utriuſque agentes, amittant eum per vices ac recuperent. Cernunt autem Gæoſcopi illi Tellurem in æthere pendentem multo majorem quam quanta nobis Luna apparet, quippe ferè quadruplo ampliore diametro. Sed illud mirabile, quod nocte dieque eodem cœli loco velut immobilem perpetuo hærere vident; alii recta ſupra caput defixam, alii certa altitudine ab horizonte diſtantem, quidam & in ipſo horizonte ſitam: atque interea convertentem ſe circum axem ſuum, regioneſque quas continet univerſas deinceps oſtendentem horarum viginti quatuor ſpatio, atque eas quoque proinde (quod utinam videre liceret) quæ ad utrumque polum nobis incolis adhuc incognitæ manent. Præterea & lu|mine creſcentem eam vident & immi-

(p. 119).

Lunæ incolis ſi qui ſint, qualis apparitura ſit cælorum conſtitutio, dierum ratio, &c.

(p. 120).

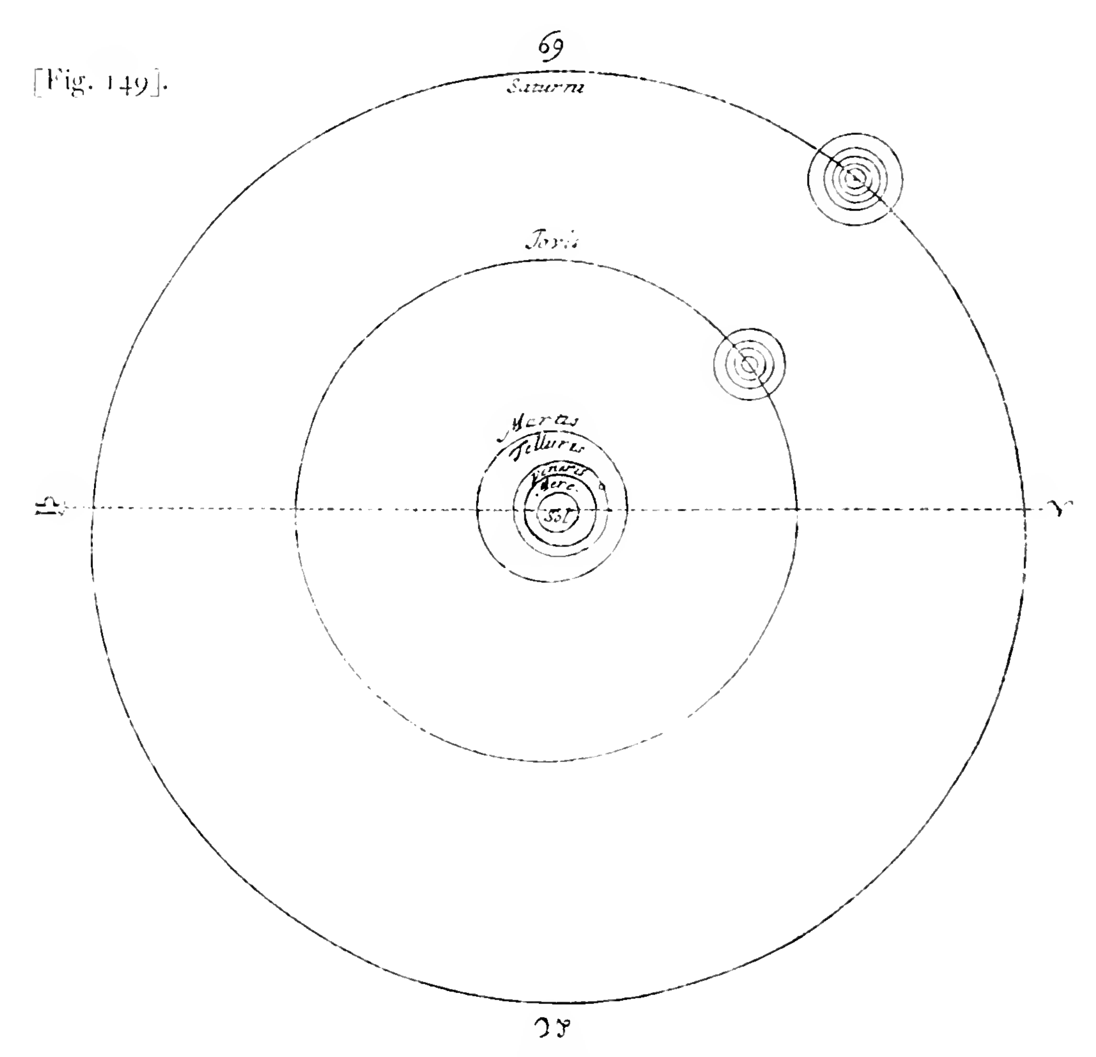
illumination croiſſante et décroiſſante dans la période d'un mois, donc alternativement pleine, coupée en deux, mince et avec des cornes, en un mot avec la variété de formes que nous préſente le globe de la Lune. Mais ils reçoivent de la Terre quinze fois plus de lumière que nous n'en recevons d'elle. De ſorte que, dans le meilleur des deux hémiſphères, celui qui eſt tourné vers nous, les habitants ont des nuits fort claires. Il ne peut toutefois avec cette clarté leur arriver aucune chaleur, quoique Kepler ait été d'un autre avis. Quant au Soleil, il ſe lève pour eux une ſeule fois et ſe couche également une ſeule fois, en chacun de nos mois; ils ont donc des jours et des nuits quinze fois plus longs que les nôtres leſquels ſont parfaitement égaux entre eux par un équinoxe perpétuel. A cauſe de cette longueur du jour ils ſeraient néceſſairement, puiſque le Soleil n'eſt pas plus éloigné d'eux que de nous, expoſés à une chaleur fort incommode, ſi leurs corps y étaient auſſi ſenſibles que les nôtres. C'eſt pour ceux qui habitent près des bords des dits hémiſphères que le Soleil monte le plus haut, mais pour ceux qui en ſont fort éloignés et vivent aux endroits giſant ſous les pôles de la Lune, ils n'auront pas plus chaud par l'effet de ces longs jours que ceux qui en été ſont la chaſſe aux baleines dans les environs de l'Iſlande ou de la Nouvelle Zemble; leſquels, juſtement au temps du ſolſtice, et durant des jours de trois mois, éprouvent ſort ſouvent des froids exceſſifs. Les pôles nommés de la Lune, autour deſquels les étoiles fixes ſont vues par ſes habitants décrire des circonférences de cercle, ne ſont aucunement les mêmes que pour nous, et ne coïncident pas non plus avec les pôles de l'Ecliptique, mais tournent autour de ces derniers en en reſtant toujours éloignés de cinq degrés, ce qui ſe fait en une période de dix-neuf ans. Quant à la longueur de l'année, elle y eſt la même que pour nous; ils la meſurent par le mouvement des étoiles fixes et leurs retours au Soleil. Ce qui pour eux eſt une choſe bien facile puiſqu'ils voient les étoiles le jour non moins que la nuit, ſans que la clarté du Soleil les gêne, puiſque, comme cela a été démontré plus haut, ils n'ont pas d'atmoſphère, ſans laquelle nous verrions, nous auſſi, le ciel étoilé en plein jour. De plus aucun nuage n'empêche jamais leurs obſervations, de ſorte qu'ils peuvent déterminer les routes des Planètes mieux que nous; il eſt vrai qu'ils auront eu (ou auront) plus de peine à trouver le vrai ſyſtème, attendu qu'alors que, par hypothèſe, ils commencèrent à le chercher, la Terre a dû leur ſembler immobile, erreur hypothétique plus groſſière que la nôtre. Tout ceci peut être appliqué auſſi aux Lunes de Jupiter et de Saturne pour leſquelles leurs Planètes primaires ſont la même choſe que la Terre pour nous. L'eſpace d'un jour et d'une nuit eſt meſuré par la période de la Lune conſidérée; nous avons donné plus haut une liſte de ces périodes. Il en réſulte que pour les habitants du cinquième ſatellite de Saturne, dont la période était de 80 de nos jours, tant les jours que les nuits ſeront égaux à quarante des nôtres. Pour ces mêmes habitants les étés et les hivers ſeront, à cauſe de la révolution en trente ans de Saturne, chacun égal à quinze de nos années. Il eſt manifeſte, tant à cauſe des longs froids qu'à cauſe des ſommeils et veilles ſi prolongés, que même ſ'il n'y avait aucune autre différence, la vie y ſerait tout autre que chez nous.

Ce qu'il eſt facile d'appliquer auſſi aux Lunes de Jupiter et de Saturne.

nutam menſtrua periodo, atque ita per vices plenam, dimidiatam, inque cornua tenu-
atam, eâdem formarum varietate quam Lunæ globus nobis exhibet. Sed lucem à
Tellure noſtra accipiunt quindecuplo majorem quam nos ab illa. Adeo ut, in hemi-
ſphærio meliore, ad nos obverſo noctes inſigniter claras habeant; nec tamen cum
claritate illa ullus ad eos calor manare poteſt, etſi hoc aliter Keplero viſum eſt. Sol
verò ſemel illis oritur ſingulis menſibus noſtris, ſemelque occidit, atque ita dies noct-
eſque, quindecuplo quam nos longiores habent, at inter ſe æquales perpetuo æqui-
noctio. Qua dierum longitudine, quandoquidem non amplius ab illis quam à nobis
Sol abeſt, neceſſe eſſet eos, quibus altè ſupra horizontem aſcendit, æſtu incommodo
torreri, ſi corpora eorum perinde ac noſtra aſſiciantur. Aſcendit autem maximè iis
qui circa confinia hemiſphæriorum, quæ diximus, incolunt, qui vero inde procul diſ-
tant, ac circa regiones habitant polis Lunæ ſuppoſitas, non magis ob longos iſtos dies
calebunt, quam qui circa Iſlandiam aut novam Zemblam æſtivo tempore cetos piſcan- (p. 121).
tur; qui perſæpe frigora ingentia, ipſius ſolſtitii tempore, ac trium licet menſium die-
bus, experiuntur. Sunt autem poli Lunæ, quos circum ſtellæ fixæ converti cernuntur
in ea habitantibus, nequaquam iidem qui nobis, neque etiam cum Eclipticæ polis
conveniunt, ſed his circumferuntur, quinque gradibus ſemper diſtantes, idque periodo
annorum novendecim. Anni autem ſpatium idem illic quod nobis; quod motu fixa-
rum metiuntur ac reverſione earum ad Solem. Idque iis perfacile eſt, cum diei tem-
pore, non minus quam noctu, ſtellas conſpiciunt, nihil impediente Solis claritate;
quoniam, ut ſupra oſtenſum eſt, nullam vaporum ſphæram habent; ſine qua & nos
interdiu cœlum ſideribus plenum aſpiceremus. Nec vero nubes quoque ullæ unquam
obſtant obſervantibus, adeo ut curſus Planetarum melius quàm nos inveſtigare poſſint;
ſed tamen difficilius multò verum ſyſtema reperire. Quoniam incipientibus ſtare
Terra ſua videri debuit, in quo eos longius quàm nos error abduxit.

Nous avons expliqué juſqu'ici ce qui ſe rapporte aux Planètes primaires et ſecondaires qui entourent le Soleil. Avant que de continuer, c'eſt-à-dire avant que de conſidérer le Soleil et les étoiles fixes leſquels conſtituent la troiſième eſpèce de corps céleſtes, il vaut la peine, nous ſemble-t-il, d'exprimer méthodiquement et avec plus

[Fig. 149].



d'évidence que juſqu'ici, la grandeur et la magnificence de tout le ſyſtème Solaire. Ce que nous ne pouvons nullement faire par une figure tracée ſur les préſentes feuilles à cauſe de la petiteſſe des corps Planétaires en comparaiſon avec leurs fort grandes orbites. Mais nous ſuppléerons par nos paroles à ce qui ne peut être repréſenté par une figure. Reprenant donc la figure du début du livre précédent [Fig. 149], repréſentons-nous une deuxième figure ſemblable et avec les mêmes rapports des diſtances

Hæc omnia vero ad Jovis & Saturni Lunas referuntur, quibus idem quod nobis Tellus | est, sui sunt primarii Planetæ. Singula autem diei noctisque spatia simul sumpta, cujusque Lunæ periodus metitur, quas supra annotavimus. Quo fit ut Saturni quintam incolentibus, cujus periodus dierum nostrorum erat 80, eveniant sui dies noctesque nostris quadraginta æquales. Iisdem vero, propter Saturni revolutionem tricennalem, fiunt æstates hyemesque singulæ annorum nostrorum quindecim. Itaque tum propter tam longa frigora, tamque longos somnos vigiliasque; etiamsi nil aliud esset, plane aliam quam apud nos vitam illic fore manifestum est.

p. 122.

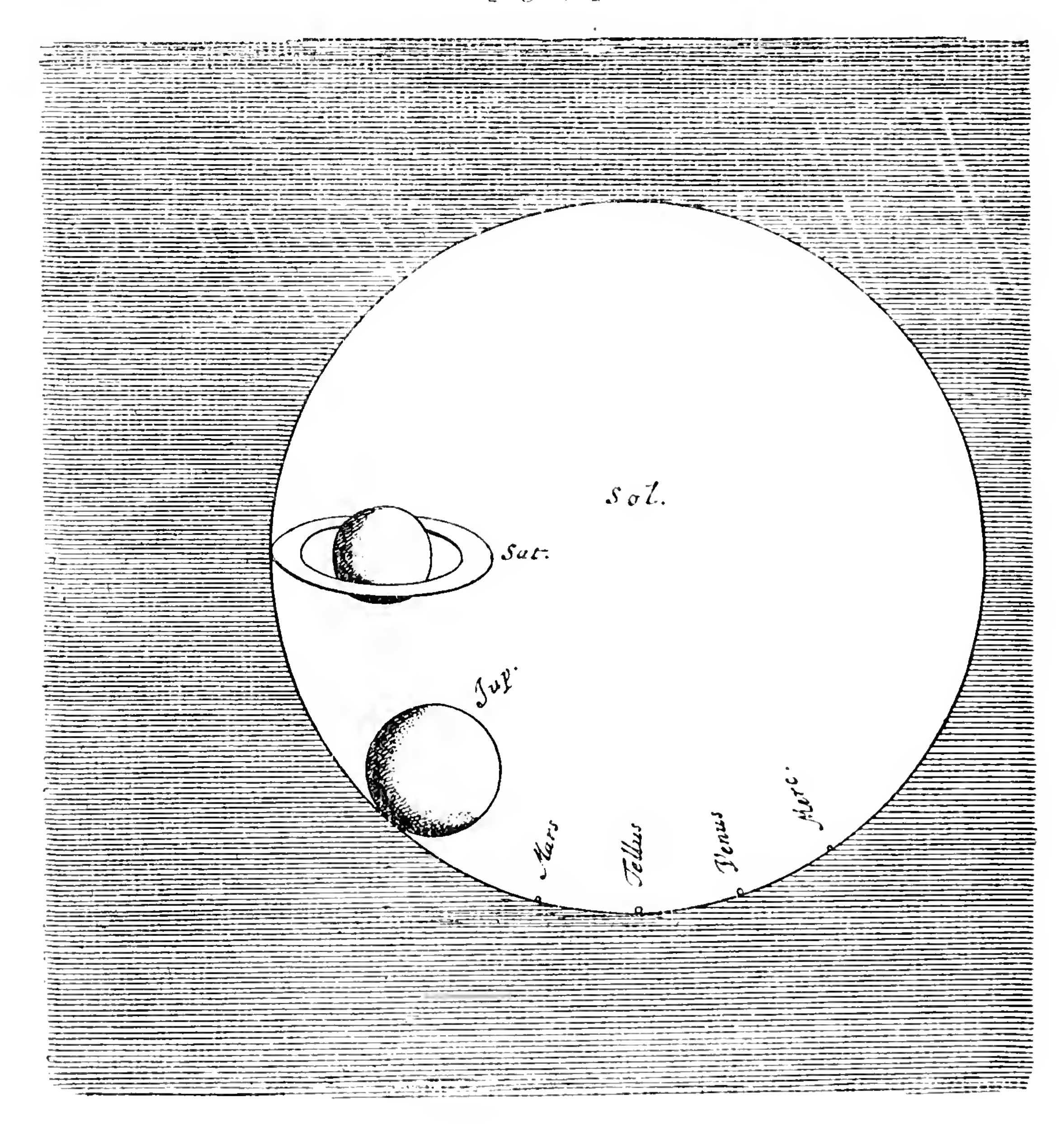
Quod ad Jovis & Saturni Lunas facile transferre est

Explicuimus igitur hactenus, quæ ad Planetas primarios secundariosque Solem cir-

Description du monde solaire suivant ses véritables dimensions.

mais tracée dans un plan fort ample et fort poli dont le contour extérieur, représentant l'orbite de Saturne, ait un rayon de trois cents soixante pieds. Plaçons ensuite sur cette circonférence le globe de Saturne avec son Anneau en grandeur telle qu'on le voit dans la deuxième figure [Fig. 151] où sont représentés les corps du Soleil et des Planètes. Plaçons de même les autres globes chacun en son orbite et au milieu d'eux tous le Soleil de la grandeur qu'il a dans la même figure, savoir avec un diamètre de quatre pouces. L'orbite de la Terre, que les Astronomes appellent *le grand orbe*, acquerra ainsi un rayon de trente-six pieds, dans laquelle il faut se figurer circuler une Terre pas plus grande qu'un grain de mil et son compagnon la Lune, à peine

[Fig. 151]



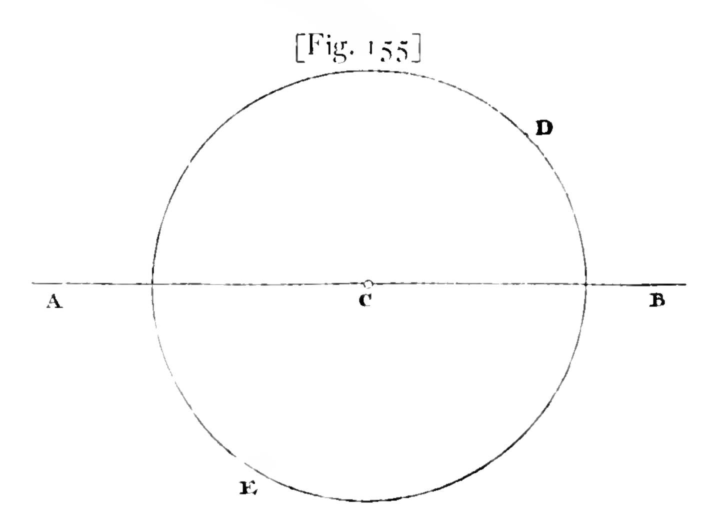
cundantes ſpectant. Hinc vero priuſquam ad Solem ipſum & ſtellas fixas, tertium nempe genus cœleſtium corporum, pergamus, operæ pretium videtur, ut magnitudinem, ac magnificentiam totius Solaris mundi, aliqua ratione, atque evidentius quam hactenus factum ſit, exprimamus. Quod quidem ſchemate in foliis hiſce deſcripto haudquaquam poſſumus, propter parvitatem corporum Planetariorum ad vaſtiſſimas orbitas ſuas collatorum. Sed verbis ſupplebitur quod deſcriptione perfici nequit. Itaque repetitâ figurâ quam ſuperioris libri initio poſuimus, cogitetur ei ſimilis ac proportione reſpondens, ſed quæ deſcripta ſit in ampliſſima politiſſimaque areæ cujuſdam planitie,

F. 123.
Solaris mundi ſecundum veram proportionem deſcriptio.

ſupérieure à un point viſible et ſe mouvant ſuivant une circonférence large d'un peu plus de deux pouces, comme dans la figure ci-jointe [Fig. 155]. La ligne AB y repréſente une partie de la circonférence qui conſtitue la dite orbite de la Terre et dont le rayon eſt de trente-ſix pieds. Le petit cercle C y eſt la Terre et DE la route de la Lune qui l'encercle, où le corpuſcule de la Lune eſt tel qu'on le voit en D.

Quant à la Lune extérieure de Saturne, elle fera ſa révolution en une circonférence à rayon de 29 pouces; et le ſatellite extérieur de Jupiter en une circonférence un peu plus petite, ſavoir à rayon de $19\frac{1}{4}$ pouces.

[Fig. 155]



C'eſt ſeulement de cette façon qu'on obtiendra une image vraie, où ſont obſervées les véritables proportions du Palais ou Royaume Solaire dans lequel la Terre ſera diſtante du Soleil de douze mille de ſes diamètres. Si l'on veut avoir cette diſtance exprimée en milles, elle en comprendra plus de dix-ſept millions, ſavoir de milles Germaniques. Mais nous ſaiſirons peut-être mieux ſon amplitude en la meſurant par la viteſſe d'un mouvement, à l'exemple du Poète Héſiode qui, dans le but de définir la hauteur du ciel et la profondeur du Tartare, qu'il eſtime égales l'une à l'autre, a écrit qu'une enclume de ſer qu'on laiſſerait choir du ciel, après être tombée durant neuf jours et neuf nuits atteindrait la terre le dixième jour; et que dans le même eſpace de temps elle parviendrait de la ſurface de la Terre au Tartare [19]). Quant à nous, nous ne ferons pas uſage de la chute d'une enclume mais plutôt de la viteſſe conſtante d'un boulet de canon qu'on a trouvé par expérience parcourir environ cent

[19]) Θεογονία, vs. 720—725.

cujus extremus circulus, Saturni orbem referens, trecentos ſexaginta pedes ſemidiametro contineat. In cujus deinde circumferentia globus Saturni cum ſuo ponatur Annulo, quantus in figura altera cernitur, ubi Solis & Planetarum ſunt corpora. Cæterique ſimiliter globi in ſua quiſque orbita collocentur; inque medio omnium Sol qua magnitudine ibi deſignatur, quatuor nempe pollicum diametro. Ita Telluris circuitus, quem *magnum orbem* vocant Aſtronomi, ſemidiametrum ſortietur pedum triginta & ſex. In quo Tellus ipſa milii grano non major circumferri cogitanda eſt; eique comes Luna, vix punctum viſibile ſuperans, in circello paulo plus quam duos pollices lato; velut in adſcripto hic diagrammate. In quo linea A B circumferentiæ partem refert ejus, quam diximus, Telluris orbitæ, cujus triginta & ſex pedes continet ſemidiameter. In ea Tellus eſt circellus C: Lunæ vero cir|cum eam via, circulus D E; in quo Lunæ (p. 124. corpuſculum quale ad D expreſſum eſt.

Saturniarum vero Lunarum exterior in circulo feretur cujus ſemidiameter pollicum 29. Jovialium item exterior in minore aliquanto, cujus ſemid. poll. $19\frac{1}{4}$.

Sic demum habebitur germanus & omni proportione perfectus ſolaris Regiæ typus, in quo jam Tellus duodecim mille diametris ſuis à Sole aberit. Cujus ſpatii amplitudo ſi milliarium numero deſignanda ſit, plus quam ſeptemdecim milliones, ut vocant, milliarium Germanicorum comprehendet. Sed melius fortaſſe hanc vaſtitatem animo concipiemus, ſi motus cujuſdam celeritate eam metiamur, Heſiodi Poetæ exemplo; qui altitudinem cœli, & Tartari profunditatem æquis ſpatiis definiens, novem dierum noctiumque lapſu, ferream incudem è cœlo dimiſſam, ad terram decimâ pervenire ſcripſit; ac tanto quoque tempore è Terræ ſuperficie cadentem ad Tartara ferri[19]). Nos vero non incudis lapſum ſed continuam potius celeritatem globi ex majore tormento emiſſi huc adhibebimus; quem ſingulis horæ ſecundis ſcrupulis, ſive arteriæ

toiſes de ſix pieds en chaque ſeconde ou battement de pouls, comme Merſenne nous l'apprend dans ſa Baliſtique; tandis que le ſon dans le même temps parcourt cent quatre-vingts pieds.

L'immenſité des intervalles entre le Soleil et les Planètes eſt illuſtrée par la comparaiſon avec le mouvement d'un boulet.

Je dis donc que ſi un boulet ſe meut continuellement avec cette grande viteſſe de la Terre juſqu'au Soleil, il lui faudra preſque 25 ans pour parcourir la dite diſtance. D'où réſulte qu'il lui en faudra 125 pour parvenir au Soleil de Jupiter, et 250 pour y parvenir de Saturne. Ce calcul eſt baſé ſur la grandeur du diamètre de la Terre qui d'après les meilleures meſures françaiſes eſt de 6538594 toiſes Pariſiennes, attendu qu'un degré d'un grand cercle en meſure 57060. On comprend par là quelles ſont les dimenſions de ces orbites et combien petit eſt par rapport à elles le globule de la Terre où nous exécutons tant de travaux, où nous naviguons tant et où nous faiſons tant de guerres. Puiſſent nos Rois et Monarques apprendre cela et en tenir compte; afin qu'ils ſachent de combien peu d'importance eſt ce qu'ils ſe propoſent lorſqu'ils s'évertuent de toutes leurs forces, au grand mal de beaucoup d'hommes, à s'emparer de quelque coin de la terre. Mais revenons à nos ſpéculations et portons nos regards ſur le Soleil, dont notre ample deſcription a fait voir la grandeur tant par rapport aux Planètes qu'à leurs orbites.

Que pour le Soleil toute conjecture eſt en défaut.

Il n'a pas ſemblé impoſſible à quelques auteurs que ſur le Soleil lui-même puiſſent vivre des animaux. Mais comme ici toute conjecture raiſonnable fait défaut, plus encore que pour la Lune, j'ignore pour quelles raiſons ils ont été de cet avis. En effet, il n'a pas encore été déterminé avec certitude ſi la matière de ce vaſte globe eſt ſolide ou liquide; quoiqu'à cauſe de la nature de la lumière que j'ai expliquée ailleurs, la liquidité ſoit plus probable, laquelle eſt auſſi ſuggérée par la parfaite rotondité du Soleil et l'égalité de la diffuſion de la lumière ſur toute ſa ſurface. Car une faible inégalité paraiſſant à la circonférence du diſque, laquelle on aperçoit, mais non pas toujours, à l'aide des téleſcopes, ce dont quelques perſonnes prennent occaſion pour ſe figurer *des ondulations et des éruptions de flammes*, n'eſt autre choſe qu'un tremblement de l'atmoſphère de notre Terre, tremblement qui fait auſſi ſcintiller les étoiles pendant la nuit. Je n'ai jamais, moi, pu voir ces facules que preſque tous les auteurs commémorent en même temps quel es taches, quoique j'aie ſouvent vu ces dernières; je doute fort ſi ſur le Soleil il apparaît quelque choſe de plus lucide que lui. En conſultant des obſervations faites avec ſoin, je trouve que c'eſt ſeulement dans les ténébroſités qui entourent le plus ſouvent ces taches et parfois auſſi ſe montrent ſeules, que des points plus brillants ſont quelquefois aperçus, points dont il ne ſerait pas étrange ſi, à cauſe de l'obſcurité avoiſinante, ils paraiſſaient plus reſplendiſſants qu'ils ne le ſont en effet.

Que les facules du Soleil paraiſſent incertaines.

On peut admettre avec certitude qu'il y a dans le Soleil une fort grande chaleur et ferveur, où rien de ſemblable à nos corps ne pourrait vivre ou même ſubſiſter un inſtant. Il faudrait donc ſe figurer un autre genre d'êtres vivants, fort différent de la nature de tous ceux que nous avons jamais vus ou pu nous imaginer. Ce qui équivaut preſqu'à dire que nous ne pouvons ici nous approcher de la vérité en faiſant des conjectures. Certes, un corps ſi éminent et ſi volumineux a ſans doute été créé avec beaucoup d'a-

Qu'à cauſe de la chaleur il n'y vit aucun corps comparable au nôtre.

pulsibus, centum cir|citer hexapedas conficere experimentis compertum est, quæ in Balisticis Mersennus commemorat; cum sonus eo tempore ad centenas octogenas extendatur. (p. 125).

Aio igitur, si ex Terra ad Solem tanta illa celeritate globus continuè feratur, fere annos 25 esse insumpturum antequam iter hoc peragat. Ut proinde à Jove ad Solem 125 annis opus habeat, à Saturno 250. Et hic quidem calculus ex mensura Terræ diametri pendet, qui ex probatioribus Gallorum observationibus est hexapedarum Parisiensium 6538594. cum gradus unus circuli maximi efficiat hexapedas 57060. Quanta itaque sint istorum orbium spatia, quamque exilis, eorum respectu, Telluris globulus, in quo tam multa homines molimur, tantum navigamus, tot bella gerimus, ex his intelligitur. Quod utinam discant cogitentque Reges & Monarchæ nostri; ut sciant quantilla in re laborent cum de angulo aliquo terræ occupando totis viribus, magno multorum malo, contendunt. Sed ad nostra revertamur, ac de Sole videamus, cujus jam simul ad Planetas & eorum orbitas magnitudinem ampla illa descriptio, quam exposuimus, demonstrat.|

Immensitas intervallorum inter Solem & Planetas, illustratur comparatione cum motu globi e tormento emissi.

In hoc igitur ipso Sole non improbabile quibusdam visum est animalia vivere posse. Sed cum multo magis etiam, quam in Lunis, conjectura omnis hic deficiat, nescio qua ratione id ita esse opinati sint. Non enim adhuc planè compertum est, utrum dura an liquida sit vasti illius globi materies; etsi propter lucis naturam, quam aliàs explicui, magis verisimile sit liquidam esse; quod etiam perfecta rotunditas ejus, lumenque per totam superficiem æqualiter diffusum suadere videtur. Nam exigua quædam in disci circumferentia apparens inæqualitas, quæ telescopiis, nec tamen semper, cernitur, & ex qua miros *undarum fluctus*, *flammarumque eructationes*, nonnulli sibi fingunt, nihil aliud est quàm vaporum prope Terram nostram tremula agitatio, quæ & stellas noctu scintillare facit. Neque ego faculas illas, quas unà cum maculis fere omnes celebrant, unquam videre potui, etsi has sæpius spectaverim; ac valde dubito an aliquid in Sole, ipso Sole lucidius appareat. Invenio enim, fideliores observationes consulens, non nisi in nubeculis illis subfuscis, quæ maculas plerumque circundant, aliquando solæ feruntur, pun|cta quædam clariora interdum notari, quæ non mirum esset, propter obscuritatis illius viciniam, splendidiora quam sint videri. Summum quidem in Sole calorem, fervoremque esse, certo credendum est, in quo nihil omnino nostrorum corporum simile vivere possit, aut momento superesse. Itaque aliud genus viventium animo concipiendum esset, longeque ab omni natura eorum quæ unquam vidimus, aut cogitavimus, diversum. Quod fere idem est ac si dicamus nihil hic conjectando nos consequi posse. Est quidem tam præstans, tantæque molis corpus haud dubiè ma-

(p. 126).

In Sole omnem conjecturam deficere.

Faculas Solares incertas videri.

(p. 127).

Propter calorem nulla illic vivere corpora nostris similia.

propos et pour un infigne but. Mais fon utilité ne paraît-elle pas déjà abondamment dans cet admirable rayonnement de lumière et de chaleur fur tout le groupe des Planètes qui l'entourent, rayonnement qui non feulement rend poffible la vie de tout le genre animal mais contribue auffi à la rendre agréable? Et ceci non feulement dans le cas des petites Planètes comme notre Terre, mais auffi dans celui des globes tant de fois plus grands de Jupiter et de Saturne dont les dimenfions, comparées à celle du Soleil, ne font pas méprifables. Ces chofes font fi importantes qu'il ne ferait pas étonnant fi le Soleil avait été créé pour ce but. Je ne puis me rendre — pour les raifons que je développerai plus loin — à l'opinion de Kepler d'après lequel un autre office auffi lui incomberait, favoir celui de maintenir le mouvement de toutes les Planètes environnantes dans leurs orbites par fa converfion fur fon axe, ce que dans fon Epitome du fyftème Copernicain Kepler tache d'étayer par beaucoup d'arguments.

Que les étoiles fixes font autant de Soleils.

Avant l'invention du Télefcope la thèfe que le Soleil eft une des étoiles fixes femblait être en défaccord avec le fentiment de Copernic pour la raifon fuivante. Comme les étoiles dites de première grandeur étaient cenfées avoir des diamètres de trois fecondes et qu'elles font d'autre part fuivant Copernic fi éloignées que le grand Orbe parcouru par la Terre n'eft pour ainfi dire qu'un point en comparaifon de la fphère des fixes, attendu que, quoique la Terre change continuellement de pofition durant toute l'année, les diftances des étoiles ne changent pas vifiblement; il s'enfuivait que celles qui paraiffent plus brillantes que le refte font plus grandes que des fphères de même rayon que le grand Orbe; ce qui était abfurde. C'était là la principale objection de Tycho Brahé contre la doctrine de Copernic. Mais lorfque les Télefcopes faifaient difparaître les rayons aftraux qui apparaiffent à l'oeil nu (ce qu'ils font le mieux lorfque la lentille oculaire eft légèrement enduite de fuie) et ne repréfentaient donc plus les étoiles que comme des points brillants, cette difficulté a été entièrement levée. Rien n'empêche donc déformais de confidérer ces étoiles comme autant de Soleils. Et cette thèfe eft rendue encore plus probable par le fait qu'elles luifent de leur propre lumière; en effet, leur diftance eft fi grande qu'elles ne peuvent aucunement l'emprunter au Soleil. Rien ne nous défend de croire qu'en général elles ne font pas plus petites que le Soleil, puifqu'elles nous envoient une fi vive lumière de fi loin.

Qu'elles font difféminées dans de vaftes régions du ciel et éloignées les unes des autres autant que le font du Soleil les plus proches.

C'eft bien là à cette heure l'opinion commune des adhérents du fyftème de Copernic; lefquels admettent auffi à bon droit que ces étoiles ne fe trouvent pas toutes en une même furface fphérique, d'abord puifqu'aucune raifon ne milite en faveur de cette thèfe, en fecond lieu puifque le Soleil qui eft l'une d'elles ne peut être dit s'y trouver: qu'il eft donc plus véritable qu'elles foient difféminées par de vaftes efpaces céleftes et qu'autant de diftance il y a de la Terre ou du Soleil aux plus proches, autant il y en ait auffi en moyenne de celles-ci aux fuivantes, et de ces fuivantes à d'autres en une continuelle progreffion.

Contre Kepler: que le Soleil n'occupe pas parmi elles une place éminente.

Je fais que Kepler, dans l'Epitome déjà nommée, eft d'un autre avis. En effet, quoique fuivant lui les étoiles foient difféminées par toute la profondeur du ciel, il veut pourtant que notre Soleil ait autour de lui un beaucoup plus grand efpace, pour

xima ratione, ac propter insignem usum aliquem creatum. Sed an non apparet jam abunde utilitas ejus in mirabili illa lucis calorisque in totum Planetarum circumstantium chorum effusione; ex qua universo animantium generi non vita solum constat, sed & jucunda ut sit efficitur? Idque non in exiguis solum, qualis Tellus nostra, sed & in tanto majoribus Jovis & Saturni globis, quorum non est contemptibilis ad Solem collata magnitudo. Hæc quidem tanta sunt ut nihil mirum sit eorum gratia duntaxat Solem esse conditum. Nam quod Ke|plerus opinabatur, aliud quoque illi delegatum (p. 128). esse munus, ut nempe omnium circum ambientium Planetarum motus in suis orbibus incitaret, propria sua circa axem conversione, quod in Epitome systematis Copernicei multis comprobare conatur, non possum assentiri, propter ea quæ in sequentibus dicentur.

Solem ex stellis inerrantibus unam esse, ante Telescopii inventionem, adversari videbatur Copernici sententiæ; quia cum stellæ, quæ dicuntur primæ magnitudinis, censerentur trium scrupulorum diametro, essentque secundum Copernicum tam procul remotæ, ut totus ille Orbis magnus, quo Terra defertur, velut puncti instar esset ad sphæram affixarum comparatus; quandoquidem toto anni tempore, etsi locum Terra mutaret, nihil mutari cernerentur stellarum distantiæ; sequebatur singulas earum, quæ cæteris clariores apparent, majores esse toto illo magni orbis ambitu: quod absurdum erat. Atque hoc, ut palmarium contra Copernici doctrinam argumentum, Tycho Braheus objectabat. Sed postquam radios stellarum nudo visu apparentes, Telescopia sustulerunt; | (quod ita optimè faciunt, si lens oculo proxima flammæ af- (p. 129). flatu obscuretur) atque ita haud aliter eas ac puncta lucentia spectandas præbuerunt; prorsus sublata quoque est ea difficultas, nec quidquam jam impedit quo minus stellæ istæ pro totidem Solibus habeantur. Idque eo probabilius redditur, quod constet propria luce sua eas lucere: tanta enim est distantia, ut à Sole illam mutuari nequaquam possint. Singulas vero Sole minores non esse nihil credi vetat, cum ex tam inmenso intervallo tam vividum lumen fundant. Hanc itaque sententiam nunc passim tenent qui Copernici systema amplectuntur. Qui recte quoque hoc statuunt, non in una eademque superficie hærere stellas istas; tum quod nulla ratio hoc suadeat, tum quod in eandem sphæram Sol, qui earum una est, referri nequeat. Itaque veriùs esse spargi eas per vasta cœli spatia, quantumque à Terra aut Sole ad proximas interjacet. tantum circiter ab his esse ad sequentes, atque inde rursus ad alias, continuo progressu.

Stellas fixas totidem esse Soles.

Eas spargi per vasta cæli spatia, & alias ab aliis, ut proximas à Sole removeri.

Scio etiam hic aliud sentire Keplerum, in ea, quam diximus, Epitome. Quamquam enim existimet tota cæli profunditate stellas | disseminatas esse, vult tamen Solem hunc (p. 130). nostrum multo amplius spatium circa se habere, quasi sphæram vacuam, supra quam

Nec Solem præ cæteris eminere contra Keplerum notatur.

ainſi dire une ſphère vide, au-deſſus de laquelle commence un ciel plus abondamment parſemé d'étoiles. Il penſait que s'il en était autrement, le chiffre des étoiles qui nous apparaiſſent ſerait peu élevé et que celles-ci préſenteraient des différences de grandeur fort marquées: *car comme les plus grandes de toutes paraiſſent ſi petites que leurs dimenſions peuvent à peine être notées ou meſurées avec des inſtruments, et que celles qui ſont deux ou trois fois plus diſtantes paraiſſent néceſſairement deux ou trois fois plus petites, en ſuppoſant les véritables grandeurs égales, et qu'on vient ainſi bientôt à des étoiles inapercevables, il en réſulte que nous ne pourrons voir que fort peu d'étoiles et que celles-ci ſeront de grandeurs fort diverſes* [20]); tandis qu'au contraire nous en obſervons plus de mille, et que leurs grandeurs ne ſont point fort diverſes. Mais de ceci ne réſulte nullement la concluſion qu'il en tire: il s'eſt ſurtout trompé en ne pas remarquant que la nature des feux et de la flamme eſt telle qu'ils peuvent être aperçus de fort grandes diſtances, des diſtances auxquelles d'autres corps, vus ſous des angles également petits, ſont abſolument inviſibles. Ce que démontrent déjà les lanternes allumées de nuit dans les rues de nos villes. Quoique les réverbères qui ſe ſuivent ſoient diſtants entre eux d'une centaine de pieds, on peut cependant en compter vingt et davantage en une ſérie continue, bien que la flamme de la vingtième lanterne ſoit vue ſous un angle d'à peine 6 ſecondes. C'eſt ce qui doit arriver bien plus dans le cas de la brillante lumière des étoiles, de ſorte qu'il n'y a rien d'étonnant à ce qu'on puiſſe en apercevoir à l'oeil nu mille ou deux mille, et qu'en ſe ſervant de Téleſcopes on en voie vingt fois davantage. Mais ſous cette argumentation ſe cachait une autre raiſon pour laquelle Kepler déſirait pouvoir conſidérer le Soleil comme un objet éminent au-deſſus des autres étoiles, comme ſeul dans la Nature pourvu d'un ſyſtème de Planètes, et comme ſitué au milieu du monde. En effet, il avait beſoin de ceci pour confirmer ſon myſtère Coſmographique par lequel il voulait faire correſpondre les diſtances des Planètes au Soleil, ſuivant de certaines proportions, aux diamètres des ſphères inſcrites et circonſcrites aux polyèdres d'Euclide. Ce qui ne pouvait ſembler vraiſemblable que s'il n'exiſtait au monde qu'un ſeul groupe d'aſtres errants et que par conſéquent le Soleil était le ſeul repréſentant de ſon eſpèce.

Mais tout ce myſtère, bien conſidéré, ne paraît être qu'un ſonge né de la philoſophie de Pythagore ou de Platon. Les proportions auſſi n'y ſont pas tout-à-fait conformes à la réalité, comme l'auteur lui-même l'avoue; pour expliquer cette divergence, il invente d'autres cauſes entièrement frivoles. C'eſt par des arguments de moins de poids encore qu'il prouve la ſphéricité de la ſurface extérieure du monde laquelle eſt dite contenir toutes les étoiles; et qu'il établit que le nombre de ces dernières eſt néceſſairement fini en ſe baſant ſur le fait que ceci eſt vrai pour la grandeur de cha-

[20]) Citation de la Pars Secunda du Lib. I de l'Epitome.

confertius ſtellis cœlum incipiat. Putabat enim alioqui futurum ut paucæ tantum ſtellæ numerarentur nobis, eæque ſumma magnitudinis diverſitate: *nam cum omnium maximæ tam appareant parvæ, ut vix inſtrumentis poſſint notari aut menſurari, conſequens eſſe ut quæ duplo aut triplo &c. diſtarent longius, duplo & triplo appareant minores, poſitis æqualibus ipſis veris magnitudinibus; citoque veniatur ad eas quæ penitus fiant inſenſibiles*: *atque ita pauciſſimas viſum iri ſtellas, eaſque in maxima differentia*[20]); cum contra amplius quam mille obſerventur, nec magnitudine ita multum diverſæ. Sed ex his nequaquam id quod ille intendit evincitur; ac præcipue in eo deceptus fuit, quod non advertit ignium, & flammæ eam eſſe naturam, ut ex maximis intervallis cerni poſſint, iiſque unde alia corpora, æque exiguis angulis comprehenſa, prorſus evaneſcant. Quod vel lucernæ comprobant, quæ per urbium noſtrarum vicos noctu incenduntur. Quæ cum ad centenos pedes inter ſe diſtent, tamen earum viginti & plures, in continua ſerie magis magiſque remotas, numerare licet, etſi viceſimæ | flammula vix 6 ſecundorum ſcrupulorum angulo conſpiciatur. Idem *p. 131.* vero multo magis fieri neceſſe eſt in eximia illa ſtellarum luce; adeo ut nihil mirum ſit, ad mille aut duo millia earum, oculis notari poſſe; Teleſcopiis vero adhibitis, etiam vigecuplo plures deprehendi. Sed ſuberat ratio, cur Keplerus Solem præ reliquis ſtellis præcipuum quid habere cuperet: circumque eum eſſe unicum, in Natura, Planetarum ſyſtema, idque mundi medio ſitum. Hiſce nimirum opus habebat ad confirmandum myſterium Coſmographicum ſuum, quo certis quibuſdam proportionibus reſpondere volebat Planetarum à Sole diſtantias diametris ſphærarum, quæ corporibus polyedris Euclideis inſcribuntur & circumſcribuntur ſingulis. Quod tum demum veriſimile videri poterat, ſi in mundo univerſo unus tantum eſſet circa Solem aberrantium ſiderum chorus, adeoque & Sol ipſe ſolus ſui generis.

Sed myſterium illud totum, ſi bene perpendatur, ſomnium quoddam ex Pythagoræ aut Platonis Philoſophia enatum eſſe apparet. Nec proportiones ſatis quadrant, ut ipſe quoque auctor agnoſcit; ſed, cur hoc ita ſit, | alias cauſas plane frivolas comminiſ- *p. 132.* citur. Idem levioribus etiam argumentis probat extremam mundi ſuperficiem, ſtellas omnes continentem, ſphæricæ eſſe figuræ; ac numerum præterea earum neceſſariò eſſe finitum, ex eo quod ſingularum finita ſit magnitudo. Illud vero vaniſſimum, quod à Sole, ad ſuperficiem cavam ſphæræ fixarum, definit ſpatium ſexies centena millia

cune d'elles. Sa conclufion la plus extravagante c'eſt que la diſtance du Soleil à la furface concave de la ſphère des fixes ferait de fix cent mille diamètres de la Terre: pour cette raifon que le diamètre de l'Orbite de Saturne ferait à celui de la furface intérieure de la ſphère ſtellifère comme le diamètre du Soleil eſt à celui de la dite Orbite (c. à. d. fuivant lui comme 1 eſt à 2000), ce qui ne s'appuie fur rien. Il eſt étonnant que de telles idées foient provenues de cet Homme fi génial, qui fut le grand inſtaurateur de l'Aſtronomie. N'héfitons pas, nous, à admettre avec les principaux Philofophes de notre temps que la nature des étoiles et celle du Soleil eſt la même. D'où réfulte une conception du monde beaucoup plus grandiofe que celle qui correſpond aux vues antérieures plus ou moins traditionnelles. Car qu'eſt-ce qui empêche maintenant de penfer que chacune de ces étoiles ou Soleils a des Planètes autour de lui tout comme le nôtre, et que ces Planètes à leur tour font pourvues de Lunes? Voici une raifon péremptoire pour croire qu'il en eſt ainfi: en nous plaçant en eſprit dans les régions céleſtes à une diſtance non moins grande du Soleil que des étoiles fixes, nous n'apercevrions aucune différence entre ces dernières et lui. Car il eſt abfolument impoſſible que nous pourrions voir les corps des Planètes circulant autour du Soleil, tant à caufe de leur bien faible lucidité que par le fait que toutes leurs orbites fembleraient fe confondre avec le Soleil en un même et unique point brillant. Placés au lieu indiqué nous eſtimerions à bon droit que la façon d'être et la nature de toutes les étoiles eſt la même, et nous n'héfiterions pas de conclure d'une feule regardée de plus près à toutes les autres. Mais maintenant nous fommes, par la grâce de Dieu, dans le voifinage d'une d'elles, favoir de notre Soleil; et la diſtance eſt fi courte qu'autour de lui nous voyons tourner fix globes plus petits et autour de quelqueſ-uns d'entr'eux d'autres globes fecondaires. Pourquoi ne ferions-nous pas ufage, en cette circonſtance, du jugement porté plus haut et n'eſtimerions-nous pas fort vraifemblable que cette étoile n'eſt pas feule accompagnée d'une pareille famille ni en général plus excellente que les autres? Que par exemple elle ne tourne pas feule autour de fon axe, mais qu'il en eſt de même d'elles toutes? Pourfuivant ce raifonnement il faudra admettre qu'aux innombrables Planètes appartenant à tant de milliers de Soleils revient auſſi tout ce que nous avons dit, à l'image de notre Terre, fe trouver généralement fur les Planètes circulant autour du nôtre. Là auſſi il y aura des plantes et des animaux, parmi lefquels des êtres raifonnables obfervant avec curiofité et admiration l'étendue céleſte et fes aſtres et comprenant quels font leurs mouvements, poſſédant donc auſſi toutes les chofes fans lefquelles nous avons fait voir plus haut qu'ils ne pourraient être aſtronomes.

Que rien n'empêche de croire qu'à l'entour de chacune des fixes, de mêmequ'à l'entour du Soleil, exiſtent des Planetes.

Combien admirable et étonnante eſt donc l'amplitude et la magnificence du monde tel que nous devons le concevoir. Tant de Soleils, tant de Terres, et chacune d'elles parée de tant d'arbuſtes, d'arbres, d'animaux, ornée de tant de mers et de tant de montagnes. Notre admiration fera plus grande encore fi nous nous fouvenons de ce qui aux dites confidérations a été ajouté plus haut fur la diſtance des fixes et fur leur multitude.

Terræ diametrorum. Quoniam scilicet, sicut Solis diameter ad diametrum Orbitæ Saturni; quos inter se esse statuit ut 1 ad 2000; ita sit hic diameter ad illum sphæræ fixarum interioris; quod nulla ratione nititur. Atque hæc quidem Viro summi ingenii, magnoque Astronomiæ instauratori excidisse mirum est. Nos vero unà cum præcipuis nostræ ætatis Philosophis, ne dubitemus eandem stellarum earum & Solis naturam existimare. Ex quo jam mundi idea multo major nascitur, quam quæ ex hactenus traditis percipiebatur. Quid enim nunc prohibet, quin unamquamque ex stellis hisce, sive Solibus, haud aliter ac Sol noster, circum se Planetas habere putemus, quæ rursus suis Lunis stipatæ sint? Imo hoc ita se habere, manifesta ecce ratio suadet. | Etenim si cogitatione in cœli regionibus nos ponamus, non minus à Sole, quàm fixis stellis, remotos; nihil quicquam discriminis hasce inter atque illum tunc essemus animadversuri. Longè enim abest ut corpora Planetarum, Solem ambientium, conspecturi simus, vel ob tenuissimam eorum lucem, vel quod universæ, quibus feruntur, orbitæ in unum idemque lucidum punctum cum Sole confunderentur. Hic igitur positi, meritò eandem omnium stellarum rationem naturamque esse existimaremus; & ex una, propius inspecta, de cæteris quoque judicari posse nihil ambigeremus. At nunc Dei benignitate, ad unam ex ipsis, Solem videlicet nostrum, admoti sumus, ac tam prope accessimus, ut circum eam sex minores globos converti cernamus; & circa horum quosdam, alios obire secundarios. Cur itaque non eo judicio nunc utamur; ac prorsus verisimile putemus non solam hanc stellam tali comitatu cingi, aut aliqua in re cæteris præminere? Neque etiam solam circum axem suum converti; sed potius cæteras omnes eadem hæc similia habere? Ergo hac ratione etiam cuncta illa quæ in Planetis circumsolaribus inesse, | ad Terræ nostræ similitudinem differuimus, consentaneum erit, ut ad innumeros Planetas alios, tot mille Solibus additos, æquè pertinere credamus. Eruntque & illic stirpes & animalia, atque etiam ratione instructa, quæ cœli convexa mirentur, & sidera observent, motusque eorum intelligant; atque omnia denique habeant, sine quibus neque hæc haberi posse supra ostendimus.

Nihil impedire quo minus credamus circa unamquamque ex fixis, ut circa Solem, esse Planetas.

(p. 133.)

(p. 134.)

Quam mirabilis igitur quamque stupenda mundi amplitudo & magnificentia jam mente concipienda est. Tot Soles, tot Terræ, atque harum unaquæque tot herbis, arboribus, animalibus, tot maribus, montibusque exornata. Et erit etiam unde augeatur admiratio, si quis ea, quæ de fixarum stellarum distantia & multitudine hisce addimus, perpenderit.

Telle eſt en effet cette diſtance qu'en comparaiſon avec elle celle qui ſépare le Soleil de la Terre, laquelle contient douze mille diamètres terreſtres, doit être eſtimée fort petite. C'eſt ce qui appert par plus d'une raiſon. Entre autres par la ſuivante. Lorſqu'on détermine le lieu de deux étoiles fort voiſines l'une de l'autre et différant beaucoup en clarté, par exemple de celles ſituées au milieu de la double queue du grand Ourſe, aucun changement de leur intervalle apparent ne peut être remarqué à quelqu'époque de l'année qu'on les obſerve, quoiqu'un tel changement réſulte néceſſairement du changement du point de vue du ſpectateur parcourant l'Orbe annuel: celui-ci doit produire une certaine parallaxe ſi, comme on doit bien le croire, l'étoile la plus lumineuſe eſt plus proche que l'autre. Mais ceux qui, avant nous, ont taché de meſurer ainſi cette immenſe diſtance n'ont pu conclure rien de certain à cauſe de la trop grande ſubtilité, dépaſſant toute diligence poſſible, des meſures néceſſaires. Il m'a donc ſemblé, à moi, qu'il ne reſtait qu'une ſeule voie pour arriver du moins à un réſultat vraiſemblable dans une matière ſi ardue.

Methode pour determiner avec vraiſemblance la diſtance des fixes au Soleil.

Voici l'explication de ma méthode. Attendu que les étoiles, comme nous l'avons déjà dit, ſont autant de Soleils, ſi nous conſidérons quelqu'une d'entre elles comme égale au nôtre, ſa diſtance à notre Soleil ſera d'autant plus grande que ſon diamètre apparent ſera inférieur au ſien. Mais les étoiles paraiſſent ſi petites, même celles de la première grandeur, et même vues par le Téleſcope, qu'elles ne ſe préſentent que comme des points brillants ſans largeur viſible. D'où réſulte que par de pareilles obſervations aucune meſure de leurs diſtances ne peut être obtenue. Vu que cette méthode ne pouvait avoir du ſuccès, j'ai cherché un moyen de diminuer le diamètre du Soleil de telle manière qu'il n'envoyât à l'oeil pas plus de lumière que Sirius ou quelqu'autre des étoiles les plus lumineuſes. À cet effet j'ai fermé de nouveau, comme plus haut, l'une des deux ouvertures d'un tuyau vide long de douze pieds par une mince plaque au milieu de laquelle j'ai fait un trou ſi petit que ſon diamètre ne ſurpaſſait pas la douzième partie d'une Ligne, autrement dit la cent quarante quatrième partie d'un pouce. J'ai tourné ce côté-là du tuyau vers le Soleil en approchant l'oeil de l'autre; j'apercevais ainſi une particule du Soleil dont le diamètre était au ſien comme 1 eſt à 182. Mais je trouvai cette particule beaucoup plus brillante que Sirius tel que cet aſtre nous apparait la nuit. Ayant donc conſtaté que le diamètre du Soleil doit être diminué beaucoup davantage, j'obtins cette diminution en introduiſant dans un trou de la plaque un très petit globule de verre du même diamètre qu'avait auparavant le premier trou, globule dont je m'étais ci-devant ſervi pour mes microſcopes. Lorſque je regardai ainſi le Soleil, la tête enveloppée de toutes parts pour que la lumière du jour ne troublât pas l'obſervation, ſa clarté ne me parut pas inférieure à celle de Sirius. Or, faiſant un calcul d'après les lois de la Dioptrique, je trouvai que le diamètre du Soleil était devenu $\frac{1}{152}$ de cette particule $\frac{1}{182}$ que j'avais vue la première fois par mon petit trou. Le produit de $\frac{1}{152}$ et $\frac{1}{182}$ eſt $\frac{1}{27664}$. Lors donc que le diamètre du Soleil eſt réduit à ce point, ou bien qu'il eſt éloigné à une ſi grande diſtance, que ce diamètre n'eſt plus que le $\frac{1}{27664}$ de celui que nous apercevons au firmament (car

Tantam igitur eſſe diſtantiam hanc, ut quæ Solem Terramque interjacet, Terræque diametrorum duodecim millia continet, ei comparata, exilis plane habenda ſit, non una ratione conſtat: atque hac inter cæteras, quod ſi proximæ quædam inter ſe ſtellæ notentur, quæ claritate plurimum differunt; velut in media caudæ, (quæ duplex eſt) Urſæ majoris; nulla apparentis intervalli earum mutatio animadvertitur, P. 135.
quocunque anni tempore ſpectatarum; quod tamen fieri neceſſe eſſet, propter diverſas viſus poſitiones per annui Orbis ambitum, orireturque parallaxis aliqua ſi, ut conſentaneum eſt, propior ſit ſtella quæ lucidior apparet. Qui autem ante nos definiendi tam vaſti ſpatii rationem inierunt, nihil certi comprehendere potuerunt, propter nimiam obſervationum neceſſariarum ſubtilitatem, quæque omnem diligentiam ſuperet. Itaque mihi unica hæc via ſupereſſe viſa eſt, quam nunc inſiſtam, qua ſaltem veriſimile quid in re tam exploratu ardua conſequamur. Cum ergo ſtellæ ut jam diximus, totidem ſint Soles; ſi earum aliquam Soli æqualem eſſe ſumamus, erit illius tanto major quam Solis diſtantia, quanto apparens diameter diametro Solis minor erit. Sed tam exiguæ apparent ſtellæ, etiam quæ primæ ſunt magnitudinis, atque etiam Teleſcopio ſpectatæ, ut veluti puncta lucentia ſine viſibili latitudine refulgeant. Quo ſit ut ejuſmodi obſervationibus nulla earum menſura deprehendi poſſit. Cum itaque hac non ſuccederet, tentavi qua ratione Solis diametrum ita imminuere poſſem ut non majorem lucem quam Sirius, aut aliud è clarioribus ſideribus, ad oculum mitteret. Ergo occluſi rurſus, ut ſupra, tubi duodecimpedalis vacui aperturam alteram lamella tenuiſſima, cujus medio tam exiguum effeci foramen, ut Lineæ partem duodecimam non ſuperaret, ſive pollicis centeſimam quadrageſimam quartam. Hunc tubum ea parte ad Solem obverti; altera oculo admovi; qui tunc particulam Solis cernebat, cujus diameter, ad totius diametrum, erat ut 1 ad 182. Sed eam particulam multo clariorem comperiebam, quàm noctu Sirius apparet. Itaque cum longè magis arctandum Solis diametrum viderem, id ita effeci, ut, in perforata ejuſmodi lamina, vitreum globulum objicerem minutiſſimum, pari circiter diametro ac prius illud foramen habebat; quo globulo ad microſcopia antehac uſus fueram. Ita per tubum in Solem intuenti, contecto undique capite, ne quid diei lux turbaret, non minor ejus claritas quam Sirii videbatur. Atqui, ex Dioptrices legibus inſtituto calculo, fiebat jam Solis diameter $\frac{1}{152}$ ejus particulæ centeſimæ octogeſimæ ſecundæ, quam, per foramen exiguum, prius conſpexeram. P. 137.
Ductis autem in ſe $\frac{1}{152}$ & $\frac{1}{182}$, ſit $\frac{1}{27664}$. Ergo eouſque contracto Sole, vel eouſque remoto, (erit enim effectus idem) ut diameter ejus ſit $\frac{1}{27664}$ ejus, quem in cœlo in-

Modus probabiliter investigandi distantiam fixarum a Sole.

P. 136.

l'effet fera identiquement le même), il lui refte une lumière non inférieure à celle de Sirius. Le rapport de la diftance du Soleil ainfi éloigné en efprit à celle qu'il a maintenant fera néceffairement de 27664 à 1, et fon diamètre furpaffera 4‴ de bien peu. Par conféquent, fi nous fuppofons Sirius fon égal, il s'enfuit que le diamètre de Sirius eft du même nombre de tierces et que le rapport de fa diftance à celle qui nous fépare actuellement du Soleil eft encore une fois de 27664 à 1. Combien cette diftance eft incroyablement grande, c'eft ce qui nous apparaîtra en faifant ufage de la repréfentation qui nous a déjà fervi dans le cas de celle de notre Terre au Soleil: tandis que, pour parcourir cette dernière, un boulet avait befoin de 25 ans, en fe mouvant continuellement avec fa viteffe initiale, il faudra maintenant multiplier par 27664 ce nombre 25 ce qui donne 691600, de forte qu'il faudra près de fept cent mille ans au boulet, pourtant fi rapide, pour atteindre les étoiles fixes les plus rapprochées. Or, lorfque par une nuit sereine nous tournons les yeux vers les étoiles et que nous nous en tenons à ce que ces organes nous dictent, nous nous figurons qu'elles ne font que de quelques milles au-deffus de notre tête. Ce n'eft encore que fur les plus proches que j'ai inftitué cet examen. Et même fi nous admettons, conformément à ce qui a été dit, que d'autres, fituées dans les parties ultérieures du ciel, font fi éloignées que leurs diftances des plus proches font égales à celles de ces dernières au Soleil, combien grande fera encore l'immenfité du refte! À l'oeil nu on voit plus de mille étoiles, avec les télefcopes dix ou vingt fois davantage; mais comment pourra-t-on connaître ou définir la multitude des étoiles ultérieures qu'on ne peut pas atteindre même en fe fervant du dit auxiliaire? Et quel nombre doit être appelé trop grand, eu égard à la puiffance de Dieu? Songeant fouvent à ce fujet, il m'a femblé que nos calculs ne s'occupent encore que des premiers commencements des nombres, vu que dans leur férie infinie il s'en trouve qui, dans notre fyftème décimal, ne s'écrivent pas feulement par vingt ou trente, ni même par cent ou mille chiffres, mais qui confiftent en autant d'eux que ferait le nombre de grains de fable que peut contenir tout le volume de la Terre. Qui oferait dire que la multitude des étoiles inerrantes n'eft pas fupérieure à un tel nombre? En vérité, on eft allé beaucoup plus loin en difant que ce nombre eft infiniment grand, comme l'ont fait quelques Anciens, et auffi Giordano Bruno qui penfe avoir établi cette infinité par plufieurs arguments, lefquels, à mon avis, font cependant peu folides. Je fuis pourtant d'avis que le contraire ne peut pas non plus être démontré par des raifons évidentes. Ce qui eft certain, c'eft que l'efpace de la nature univerfelle eft de tous les côtés infiniment étendu. Mais rien n'empêche de fe figurer qu'en dehors d'une région déterminée parfemée d'étoiles Dieu ait créé d'innombrables chofes d'une nature différente, également éloignées de nos penfées et du lieu de nos demeures.

Que s'il n'a pas créé un nombre infini d'étoiles mais a laiffé en-dehors d'elles un efpace vide infini, de forte que ce tout dont il a voulu l'exiftence ne foit pour ainfi dire rien en comparaifon de ce que fon omnipotence eût pu produire? Je n'ai garde de pourfuivre cette inquifition et l'étude fi difficile de l'infini, pour qu'un nouveau

tuemur, ſupereſt illi lux quæ Sirii luci non cedat. Solis vero euſque remoti diſtantia erit neceſſario, ad eam quam nunc habet, ut 27664 ad 1: & diameter paulum excedet 4 ſcr. tertia. Itaque cum æqualis ei Sirius ponatur, ſequitur Sirii quoque diametrum totidem eſſe ejuſmodi ſcrupulorum; diſtantiamque itidem, ad eam qua à Sole abſumus, ut 27664 ad 1. Quod quàm incredibile ſit intervallum, apparebit eadem ratione, quam in æſtimanda Solis diſtantia adhibuimus. Nam ſi 25. annis opus habebat tormenti bellici globus, continua velocitate, quanta exploditur, incedens, ut à Terra ad Solem perveniret; jam numerus 27664 vicies quinquies ducendus eſt, atque ita fiunt 691600, adeo ut penè ſeptingenta annorum millia inſumpturus ſit globus, in tanta celeritate ſua, priuſquam ad proximas ſtellarum inerrantium perveniat. Atque ad has ſtellas ſerena nocte oculos circumferentes, quantum horum judicio comprehendere poſſumus, vix aliquot milliaribus ſupra verticem | eas exſtare putamus. Quæſivi vero de proximis (1.138)
tantum. Cæteræ enim cum, ut jam diximus, iis ſpatiis in ulteriora cœli recedant, ut non minora ſint deinceps à propioribus ad ſequentes, quàm à Sole ad iſtas, quanta immenſitas ſupereſt! Si enim plures quàm mille, nudo viſu notantur: teleſcopiis verò decuplo aut vigecuplo amplius; quomodo ſciri poteſt aut definiri, quanta ſit multitudo ulteriorum, quas neque hoc auxilio attingere licet: aut quis numerus nimis magnus dicendus eſt, ſi ad Dei potentiam ſpectemus? Etenim, ſæpe hæc cogitanti mihi, in mentem venit, tantùm in primis numerorum exordiis calculos omnes noſtros verſari. Eſſe enim in ſerie eorum infinita, qui non tantùm viginti aut triginta, aut centum, aut mille notis ſcribantur in progreſſione noſtra denaria; ſed qui tot characteribus conſtent, quot arenæ grana in tota Telluris mole continerentur. Quis verò dicere audeat tali numero non majorem eſſe multitudinem ſtellarum inerrantium? Nam longè ulterius progreſſi ſunt, qui infinitam eſſe dixerunt; ut Veterum aliqui, atque etiam Jordanus Brunus; qui pluribus argumentis hoc ſe eviciſſe putat, ſed, ut mihi videtur, pa|rum firmis. Nec tamen contrarium quoque perſpicuis rationibus probari poſſe ex- 139
iſtimo. Illud conſtat, ſpatium naturæ univerſæ infinitè undique protendi; at nihil obſtat, quin, ultra definitam ſtellarum regionem, res alias innumeras Deus effecerit, à cogitationibus noſtris, æque, ac ſedibus, remotas.

Quid ſi verò nec innumeras quidem condidit, ſed ultra eas vacuum reliquit infinitum; ut totum illud, quod exſtare voluit, veluti nihil ſit præ iis quæ producere ejus omnipotentia potuiſſet? Sed ulteriorem horum inquiſitionem, totamque illam de infinito difficillimam diſputationem perſequi omitto, ne ad tot maximarum rerum com-

labeur ne vienne s'ajouter à celui qui nous a conduits à la compréhenſion de tant de choſes fort importantes. Je n'ajouterai encore que ce qui ſuit pour qu'on voie quelle eſt notre opinion ſur l'eſpace total du monde, pour autant qu'il eſt parſemé de Soleils ou étoiles fixes, autour de chacun desquels nous avons fait voir plus haut que ſont probablement groupés des ſyſtèmes planétaires.

Que chaque Soleil eſt entouré d'un tourbillon, mais bien différent des tourbillons cartéſiens: contre lequel il eſt ici diſputé par pluſieurs arguments.

J'eſtime donc que chaque Soleil eſt entouré d'un certain tourbillon de matière en mouvement rapide, mais que ces tourbillons ſont beaucoup différents des tourbillons cartéſiens, tant par rapport à l'eſpace qu'ils occupent que par le mode du mouvement de leur matière. En effet, chez Deſcartes l'amplitude des tourbillons eſt ſi grande que chacun d'eux touche les autres tourbillons avoiſinants, rencontrant chacun d'eux ſuivant une ſurface plane, comme il en eſt lorſque les enfants ſoufflent des grappes de bulles d'eau de ſavon. Il veut en outre que toute la matière de chaque tourbillon ſe meuve, en tournant, en un ſeul ſens. Il faudrait pourtant admettre que ce mouvement n'eſt pas médiocrement gêné par la ſurface anguleuſe des tourbillons. En ſecond lieu, comme ce mouvement eſt tel que toute la matière circule pour ainſi dire autour de l'axe d'un cylindre, il ſe préſente après coup pour lui une bien grande difficulté lorsqu'il eſſaie d'en déduire la forme du Soleil; vain eſſai, baſé ſur des raiſons qui peuvent paraître à ceux qui liſent avec inadvertance avoir quelque ſolidité tandis qu'en réalité elles n'expliquent rien. Il veut en outre que les Planètes nagent dans cette matière éthérée et ſoient emportées par elle de manière à circuler autour du Soleil, de telle façon qu'elles ſoient retenues dans leurs orbites par le fait qu'elles n'ont pas plus de tendance à s'éloigner du centre du mouvement que la matière du tourbillon. Mais il y a ici pluſieurs objections Aſtronomiques à faire dont nous en avons touchées quelques-unes dans notre diſcours des cauſes de la peſanteur; dans lequel nous avons auſſi expoſé un autre moyen capable de retenir les Planètes dans les limites de leurs orbes. C'eſt la gravité ou peſanteur vers le Soleil; dont nous avons fait voir l'origine et à propos de laquelle je m'étonne d'autant plus que Deſcartes n'y ait pas penſé que ce fut lui le premier qui avait commencé à donner une meilleure théorie que les auteurs précédents de la peſanteur qui porte les corps vers la Terre. Dans ſon livre déjà mentionné plus haut ſur la Face dans l'orbe de la Lune Plutarque rapporte qu'anciennement il y eut déjà quelqu'un qui penſait que la Lune demeure dans ſon Orbite pour la raiſon que ſa force à s'éloigner de la Terre provenant du mouvement circulaire eſt compenſée par une égale force de la peſanteur par laquelle elle tend à s'en approcher. C'eſt la même choſe que de notre temps a ſoutenu Alphonſe Borelli, non pas ſeulement à propos de la Lune mais auſſi des autres Planètes; diſant que pour les Primaires la peſanteur eſt dirigée vers le Soleil, mais pour les Lunes vers la Terre ou vers Jupiter ou Saturne qu'elles accompagnent. Récemment Iſaac Newton a expliqué la même choſe avec beaucoup plus de diligence et de fineſſe, faiſant voir auſſi comment des cauſes nommées proviennent les orbites Elliptiques des Planètes que Kepler avait conçues en plaçant le Soleil dans un de leurs foyers. Or, il faut, ſuivant notre ſentiment ſur la nature de la gravité par laquelle les Planètes tendent vers le Soleil par

prehenſionem, qua jam defuncti ſumus, novus labor accedat. Ea tantùm hic ſubjungam, ex quibus, quænam ſit noſtra de toto mundi ſpatio opinio, cognoſcatur; quatenus nempe Solibus ſeu ſtellis inerrantibus patet, quibus ſua circumponi planetaria ſyſtemata, probabile eſſe antea oſtendimus.

Unumquemque Solem vortice cingi, ſed Carteſianis multum diſſimili; contra quem pluribus diſputatur.

Exiſtimo itaque unumquemque Solem circumdari vortice quodam materiæ celeriter motæ, ſed qui multum diſſimiles ſint Carteſianis illis, tum ſpatii ratione, tum motus ge|nere, quo in illis materia agitetur. Ea enim apud Carteſium eſt vorticum amplitudo, (p. 140). ut quiſque eorum alios ſe circumſiſtentes contingat, occurrens ſingulis plana ſuperficie, veluti cum in aqua ſapone imbuta bullarum cumulos pueri inflant: moveri vero univerſam cujuſque materiam ſtatuit, in partem eandem rotando. At hunc motum non parum impediri oporteret, propter angulofam vorticum ſuperficiem. Deinde cum ſit ejuſmodi, ut, velut circa axem cylindri, materia tota feratur, exoritur ei poſtea non exigua difficultas, cum globoſam Solis formam ex hoc motu deducere conatur: fruſtra prorſus, atque iis rationibus, quæ incautis aliquid eſſe videantur, cum reipſa nihil explicent. Vult præterea innatare, ac circunferri cum hac materia ætherea, Planetas; atque ea ratione videlicet in ſuis orbibus eas retineri, quòd non majore vi, quàm ipſamet, à centro motus recedere conentur. Sed hic ex Aſtronomicis complura objiciuntur, de quibus aliqua attigimus in diatriba de cauſſis gravitatis. Ubi & aliam rationem expoſuimus, quæ Planetas intra orbium ſuorum limites contineret. Ea eſt gravitas eorum Solem verſus; quæ unde exoria|tur oſtendimus, quamque eo magis (p. 141). miror Carteſium præteriiſſe, quod de gravitate, qua corpora in Terram feruntur, primus ſolito meliora adferre cœpiſſet. Refert Plutarchus in libro ſupra memorato de Facie in orbe Lunæ, fuiſſe jam olim qui putaret ideo manere Lunam in Orbe ſuo, quod vis recedendi à Terra, ob motum circularem, inhiberetur pari vi gravitatis, qua ad Terram accedere conaretur. Idemque ævo noſtro, non de Luna tantum, ſed & Planetis cæteris ſtatuit Alphonſus Borellus; ut nempe Primariis eorum gravitas eſſet Solem verſus; Lunis vero ad Terram, Jovem, ac Saturnum, quos comitantur. Multoque diligentius ſubtiliuſque idem nuper explicuit Iſacus Neutonus, & quomodo ex his cauſis naſcantur Planetarum orbes Elliptici, quos Keplerus excogitaverat; in quorum foco

leur propre poids, que le tourbillon de la matière céleste ne tourne pas autour de lui en entier en un seul sens, mais de telle façon qu'il se meuve de divers mouvements, fort rapides, dans tous les sens de rotation possibles à ses diverses parties, sans pourtant pouvoir se dissoudre à cause de l'éther environnant non agité par un mouvement de telle sorte ou de pareille rapidité. C'est par un tourbillon de ce genre que nous avons essayé dans le discours nommé d'expliquer la pesanteur des corps vers la Terre et tous ses effets. Or, la nature de la pesanteur des Planètes vers le Soleil est à mon avis la même. Et de ceci suit aussi la sphéricité tant de notre Terre que des autres Planètes ainsi que celle du Soleil, laquelle dans le système de Descartes présente une si grande difficulté.

Comme je l'ai dit, je fais les espaces occupés par ces tourbillons beaucoup plus restreints que lui. Dans la vaste profondeur du ciel je les suppose disséminés comme le font de petits tourbillons dans l'eau, apparaissant çà et là dans un lac ou marais étendu, nés par exemple de l'agitation d'un bâton dans l'eau et fort éloignés les uns des autres. De même que les mouvements de ces petits tourbillons n'ont aucune influence les uns sur les autres et ne se gênent donc pas, ainsi aussi en est-il, pensé-je, des mouvements tourbillonnaires célestes qui existent autour des astres ou Soleils.

Ces tourbillons ne peuvent donc pas se détruire ou s'absorber les uns les autres, suivant la fiction de Descartes, lorsqu'il voulait montrer comment quelqu'étoile ou Soleil est changé en Planète. Il est évident qu'en écrivant ainsi il ne tenait pas compte de l'immense distance des étoiles les unes des autres; cela ressort déjà de ce seul fait qu'il veut qu'une Comète devienne visible pour nous aussitôt qu'elle est descendue dans notre tourbillon dont le Soleil occupe le centre, ce qui est fort absurde. Car comment un astre de ce genre qui ne fait que réfléchir la lumière du Soleil, comme il l'affirme avec la plupart des Philosophes, pourrait-il être aperçu à une si grande distance qui comprend au moins dix mille fois celle de la Terre au Soleil? Il ne pouvait en effet ignorer qu'à l'entour du Soleil s'étend un espace fort vaste, puisqu'il savait que dans le système de Copernic le grand orbe, c. à. d. l'orbite de la Terre, est comme un point en comparaison de cet espace-là. Mais toute cette théorie de l'origine des Comètes, et aussi de celle des Planètes, et du monde, est bâtie sur des fondements si peu solides que je me suis souvent demandé avec étonnement comment il a pu se donner tant de peine pour composer des fictions de cette espèce. Il me semble à moi que nous serons fort avancés lorsque nous aurons compris comment sont les choses qui existent dans la nature; de quoi nous sommes aujourd'hui encore bien éloignés. Mais comment elles ont été faites et ont commencé à être ce qu'elles sont maintenant, c'est ce qu'à mon avis l'esprit humain ne saurait deviner ni atteindre par des conjectures quelconques.

FIN.

altero Sol ponitur. Oportet autem, ſecundum noſtram de natura gravium ſententiam,
quò Planetæ ad Solem ſuo pondere inclinent, vorticem turbinemve materiæ cœleſtis
circa eum converti non totum in eaſdem partes, ſed ita ut variis motibus, iiſque celer-
rimis in omne latus ſecundum diverſas ſui portiones rapiatur, nec tamen dilabi | poſſit, (p. 142.
propter circumſtantem ætherem, qui non tali nec tam celeri motu agitetur. Hujuſ-
modi vortice gravitatem corporum in Terram, ejuſque effectus omnes explicare conati
ſumus, in ea, cujus memini, diatriba. Eademque, ut puto, eſt ratio gravitatis Planeta-
rum Solem verſus; & ex his quoque tam Terræ noſtræ, quàm cæterarum, atque etiam
Solis, rotunditas conſequitur; quæ in Carteſiana hypotheſi tantum habet incommodi.

Porro & ſpatia horum vorticum, ut dixi, multo quam ille contractiora pono. Sic
enim fere eos ſtatuo in vaſta cœli profunditate diſperſos, quemadmodum turbines aquæ
exiguos, hinc inde in ſpatioſo lacu ſtagnove, baculi agitatione, excitatos, ac magnis
intervallis totiſque ſtadiis diſtantes. Et ſicuti horum motus nequaquam ab unis ad alios
perveniunt, nec proinde ſeſe mutuo impediunt; ita quoque cœleſtium vorticum mo-
tus, circum aſtra aut Soles, ſe habere exiſtimo.

Itaque neque alii alios deſtruere poſſunt aut abſorbere, quemadmodum finxit Car-
teſius, cum oſtendere vellet quomodo ſtella aut Sol aliquis vertatur in Planetam. Ap- (p. 143.
paret autem, cum hæc ſcriberet, non attendiſſe eum ad immenſam ſtellarum inter ſe
diſtantiam; idque vel ex hoc uno, quod, cum primum Cometes aliquis intra verticem
noſtrum, cujus centrum Sol occupat, deſcendit; vult eum nobis viſibilem fieri, quod
eſt abſurdiſſimum. Quomodo enim, ſidus ejuſmodi, quod ex Solis lumine repercuſſo
tantummodo ſplendet; ut cum pleriſque Philoſophis ipſe ſtatuit; quomodo, inquam,
poſſet conſpici à tanto intervallo, quod ſaltem decies millies contineret illud quod à
Terra ad Solem eſt. Non enim ignorare poterat vaſtiſſimum, circa Solem undique ex-
tenſum, ſpatium; cum ſciret in Copernici ſyſtemate orbem magnum, hoc eſt, orbitam
Terræ, velut punctum eſſe cum illo comparatum. Sed tota hæc de Cometarum, atque
etiam de Planetarum, & mundi origine, commentatio apud Carteſium tam levibus
rationibus contexta eſt, ut ſæpe mirer tantum operæ in talibus concinnandis figmentis
eum impendere potuiſſe. Mihi magnum quid conſecuti videbimur, ſi quemadmodum
ſeſe habeant res, quæ | in natura exſtant, intellexerimus; à quo longiſſime etiam nunc (p. 144.
abſumus. Quomodo autem quæque effectæ fuerint, quodque ſint, eſſe cœperint, id
nequaquam humano ingenio excogitari, aut conjecturis attingi poſſe, exiſtimo.

F I N I S.

APPENDICE I

AU COSMOTHEOROS.

Chartæ aſtronomicæ f. 127.

1. De habitatione Planetarum.
2. De habitatione Lunæ.
3. De phænomenis et aſtronomia Planeticolarum.
4. De Magnitudine et Magnificentia Syſtematis.
5. De Sole et fixis. vortice et vi retinente. Solem eſſe e fixis. contra Keplerum [1]). Fixis circumferri Planetas et his lunas.
6. De vortice et cauſa planetas retinente. Alios præfero Carteſianis [2]). — Alinéa biffé et remplacé par: que nous verrons apres de la cauſe qui retient [3]).
7. De ortu omnium, et qui animalia et homines in terram et planetas [4]).

[1]) Voyez sur Kepler la note 41 de la p. 361 qui précède. Malgré „Brunus & Veterum aliqui" (p. 35 de l'„Epitome astronomiæ Copernicanæ" de 1635) Kepler considère le soleil comme le centre du monde. A la p. 36 — c'est la page citée par Huygens, p. 811 qui précède — se trouve une figure représentant le grand espace vide qui, suivant Kepler, entoure le soleil.

[2]) Comparez les l. 7—9 de la p. 437 qui précède, et plus généralement les p. 437—439 en entier.

[3]) Comparez sur le doute de Huygens la Pièce V de la p. 577 qui précède. Cette Pièce a été empruntée à la même page que le présent Appendice.

[4]) Comparez le § 43 des „Pensees meslees" qui précèdent, ainsi que l'Appendice IV qui suit.

APPENDICE II

AU COSMOTHEOROS.

Chartæ aſtronomicæ f. 125. Comparez les p. 684—687 qui précèdent.

Pluſieurs m'accuſeront de ſuivre une entrepriſe vaine ou meſme temeraire croiant que c'eſt perdre le temps de chercher des choſes impenetrables, et que c'eſt mal fait de donner ainſi l'effort a l'eſprit pour vouloir penetrer les choſes que Dieu ſemble nous avoir voulu cacher. Mais de tels auroient defendu de meſme comme je crois de rechercher la forme de la terre, le mouvement des aſtres, la cauſe des eclipſes, ſuivant le *quæ ſupra nos nihil ad nos* de Socrate [1]), et ainſi auroient laiſſè le genre humain dans une profonde ignorance ou d'opinions monſtrueuſes de ces choſes et dans les vaines fraieurs ou ſont encore pluſieurs peuples barbares. Et quant a l'effort et trop hardie curioſitè de l'eſprit, ils ſont iniques et hardis de vouloir definir juſqu'ou les hommes ſe doivent ſervir de leur eſprit, et ſemblent accuſer Dieu de n'avoir pas aſſez limitè cet eſprit, et ils ne conſiderent pas que ces ſpeculations vont à contempler et admirer ſes merveilleuſes et grandes oeuvres, car il ne faut pas craindre qu'en attrapant les raiſons on ceſſe d'admirer les choſes.

[1]) C'est ainsi que Xénophon écrit dans ses „Memorabilia" Lib. I, Cap. I: *οὐδὲ γὰρ [Σωκράτης] περὶ τῆς τῶν πάντων φύσεως ᾗπερ τῶν ἄλλων οἱ πλεῖστοι διελέγετο σκοπῶν ὅπως ὁ καλούμενος ὑπὸ τῶν σοφιστῶν κόσμος ἔχει καὶ τίσιν ἀνάγκαις ἕκαστα γίγνεται τῶν οὐρανίων, ἀλλὰ καὶ τοὺς φροντίζοντας τα τοιαῦτα μωραίνοντας ἀπεδείκνυε.*

Huygens cite probablement les „Adagia" d'Érasme (Francofurti MDCXLVI. p. 38): „Quæ supra nos nihil ad nos. *Τα ὑπὲρ ἡμᾶς οὐδὲν πρὸς ἡμᾶς*. Dictum Socraticum deterrens a curiosa vestigatione rerum coelestium & arcanorum naturæ. Refertur proverbii vice a Lactantio lib. 3. c. 20". C'est ce qu'on trouve en effet chez Lactance au c. 20 de son „Divinarum institutionum liber III, De Falsa Sapientia". Nous sommes redevables de cette citation au professeur de latin P. J. Enk de l'Université de Groningue.

Voyez aussi sur Socrate — et Platon — la note 15 de la p. 533 qui précède.

APPENDICE III

AU COSMOTHEOROS.

Quo fine tot fydera, cur tam magna tam parvum ufum præbitura? fi nihil funt quam lumina [1]).

§ 1 [1]). Que je me refouviens avec plaifir de noftre travail des verres. Des obfervations en general.

Que n'y ayant pas moien d'aller plus loin par cette voye, et notre curiofitè toutefois n'eftant pas fatisfaite et cherchant a voir ces corps de plus pres, que pouvons nous mieux faire que d'emploier le raifonnement au defaut de nos telefcopes, et de les alonger par là non pas 10 fois ou 100 fois mais cent mille fois et d'avantage.

C'eft ce que j'ay deffin de faire icy, et de vous [2]) raconter tout ce que j'ay decouvert de particulier dans Jupiter et Saturne a peu pres comme fi j'y avois eftè.

Ce plaifir me femble n'eftre pas le moindre fruit qui revient de l'etude d'Aftronomie.

Il faut auparavant fe mettre devant les yeux l'abregè du Syfteme Copernicain en raportant la conftitution du monde ou de la partie que nous en voions, avec l'ordre et la proportion des Orbes des Planetes autour du Soleil et les grandeurs de leur corps entre eux et comparez avec le grand globe du foleil.

En fuite il faut auffi raporter les chofes qui ont eftè obfervees par les Lunettes. Car l'une et l'autre de ces . . . doit fervir de fondement a nos raifonnemens.

Que je n'auray que faire de luy demontrer la mobilitè de la Terre ni de fa circulation vraifemblable autour du Soleil puis qu'il en eft affez perfuadè.

Que la fimplicitè et le bel ordre du Syfteme le confirment. Et la réfutation de tous les arguments qu'on y ait jamais oppofez qui fe voit dans les dialogues de Galilee et dans Riccioli mefme, car pour le feul argument phyfique qu'il objecte de fa façon [3]),

---

[1]) Les présents §§ 1 et 2 sont respectivement empruntés au recto de la première et au verso de la deuxième page d'une double feuille faisant partie d'une collection de 59 pieces de toutes sortes constituant ce que nous appellerons le „Portefeuille anonyme". Ce portefeuille qui dormait depuis plus de 50 ans dans un coffre-fort de la Société hollandaise des Sciences, y fut découvert, dans le cours de l'impression du présent Tome, par le secrétaire actuel de la Société, J. A. Bierens de Haan.

Nous ne reproduisons que deux lignes du texte latin, écrit au crayon, de la même feuille.

[2]) Le frère Constantijn.

[3]) Dans son „Almagestum novum" Riccioli donne un grand nombre d'arguments pour le repos de la terre. Huygens fait probablement allusion au Cap. XIX de la Sectio IV du Liber IX, intitulé: „Proponuntur Quinque Argumenta ex Incremento velocitatis Grauium ac Leuium contra Terræ motum Diurnum, aut Diurnum simul & Annuum".

on pourroit le foupçonner de prevariquer fi on n'eftoit pas perfuadè d'ailleurs de fon ingenuitè.

Vous avez vu cette beautè et fimplicitè du fyfteme dans l'automate ou j'ay reprefentè les orbes et le mouvement des Planetes par un fort petit nombre de roües lesquelles roues il auroit bien falu multiplier fi j'euffe voulu fuivre Ptolemée ou mefme Tycho Brahé. Je vous mettray ici en 2 figures ce que reprefente la face de devant de ma machine a fin que vous ayez l'Idee du monde prefente pendant que vous lirez ce que j'en diray.

De la machine de Poffidonius. una converfione [4]). cela eft en quelque facon dans la noftre. Que peut eftre il y a eu plus d'invention a la fiene et a celle d'Archimede, mais qu'il s'en faut beaucoup qu'elles n'ont pas reprefentè le fyfteme fi exactement. Ce n'eft qu'en ce fiecle. et nous devons compter a bon heur de n'eftre nez qu'a cet heur. Il y a des chofes qu'on a decouvertes dont on ne fcavoit rien du temps d'Archimede. Je ne parle pas de ce qu'on voit par l'aide des verres. Je veux dire le mouvement comme on l'appelle des Etoiles fixes ou la preceffion des Equinoxes, que je ne vous expliqueray pas icy, mais je ne puis m'empefcher de vous en marquer l'effect qui eft . . . . [5]). Comme on voit, la partie B de l'Appendice VI fait fuite au préfent §.

§ 2. . . . elles [voyez la fin de l'Appendice V qui suit] donc inutiles de mefme. En veritè, je ne fcay que dire n'ayant aucun moien pour en juger ni pour dire ce qui eft probable. Il fe peut qu'il y [ait] d'autres manieres de fubfifter pour des plantes et des animaux que ceux qui fuppofent de l'humiditè ou de l'eau qui reffemble a la noftre. Il fe peut auffi que noftre Lune et de mefme ces autres ne contienent rien de vivant ni de vegetable [6]). Ces corps font des riens pour ce grand ouvrier qui les a faits, a confiderer feulement cette innombrable multitude de foleils dont nous avons parlè, et d'un plus grand nombre de Planetes du premier et fecond ordre qui vraifemblablement les accompagnent.

[4]) Voyez la note 10 de la p. 172 qui précède.

[5]) Rien ne fait suite au recto de la première page. Le verso est en blanc, de même que le recto de la deuxième page de la double feuille.

Voyez sur la précession des équinoxes les parties *A*, *B* et *C* de l'Appendice VI qui suit.

[6]) Voyez sur la lune l'Appendice V qui suit.

APPENDICE IV
AU COSMOTHEOROS.

Cet Appendice est emprunté à la même feuille que l'Appendice précédent.

Singuliere action de Dieu de produire les hommes et les animaux sur la Terre.

Pourquoi le P. Daniel ne faisoit il pas demeurer des Cartes court en creant son monde, cum ventum est ad animalia et plantas?

Nous avons consulté la Nouvelle Edition de 1703 (Paris, D. Mariette) du „Voyage du Monde de Descartes" par le Père G. Daniel, de la Compagnie de Jésus; historiographe bien connu qui vécut de 1649 à 1728. Cette édition (exemplaire de la Bibliothèque de l'Université de Leiden) contient une note écrite d'après laquelle l'„Avis" est le même que celui de la première édition „faite à Paris chés la Veuve Bénard en 1691". C'est sans doute cette première édition que Huygens a consultée [Catalogue de vente de 1695, Libri math. in octavo 43 „Voyage du monde de Descartes" sans date], non pas la traduction latine „Iter per Mundum Cartesii", qui parut à Amsterdam en 1694 chez A. Wolfgang. En combattant Descartes, l'auteur ne dit en effet rien sur la genèse des animaux et des plantes, dont Descartes dans son Monde [„Le Monde ou Traité de la Lumiere et des autres principaux objets des sens etc.", Paris, M. Bobin & N. le Gras, 1664] n'avait rien dit non plus: il s'était contenté de parler de la genèse nullement miraculeuse du monde inorganique. (Bien entendu: la matière étant donnée. Voyez sur la *genèse de la matière* d'après Descartes la l. 5 de la p. 662 qui précède).

Comparez ce que Huygens écrit à Leibniz sur ce sujet en juillet 1692 (T. X, p. 303—304).

Il convient sans doute de remarquer ici que d'après Descartes métaphysicien il y a lieu de parler d'un *concours* de Dieu dans tout mouvement — ce qui n'est nullement l'avis de Huygens; voyez le dernier alinéa de la p. 536 —: Principia Philosophiæ, Pars secunda, § XXXVI: „Deum esse primariam motus causam & eandem semper motus quantitatem in universo conservare; generalem [causam motus] quod attinet, manifestum mihi videtur illam non aliam esse quàm Deum ipsum qui materiam simul cum motu & quiete in principio creavit, jamque per solum suum concursum ordinarium tantundem motus & quietis in ea tota quantum tunc posuit conservat".

APPENDICE V

AU COSMOTHEOROS.

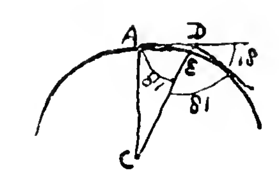
Chartæ astronomicæ f. 130.

Commencement des raisonnements et conjectures.

Qu'on a toujours entrepris la Lune par ce qu'a cause de son voisinage elle est incomparablement mieux distinguée que les Planetes primarij, mais que non obstant cela il est bien plus difficile d'y reussir (leçon alternative: penetrer) que dans ces autres planetes. parce que ceux cy sont du mesme genre que la Terre que nous habitons et connoissons. Mais la Lune d'une autre espece, de la quelle nous n'en avons point vu aucune de pres.

Qu'il y a tout plein de montagnes et de pleines [sic] dans la Lune, mais que je n'y vois rien qui represente des mers parce que dans ces grandes plaines qu'on veut estre des mers, j'y vois de ces petits creux comme il y en a beaucoup dans la Lune. Je n'y vois pas non plus de rivieres, qui, du moins si elles avoient des lits entre des rives hautes, ou des embouchures larges comme les nostres elles n'echapperoient pas a nos grandes Lunettes. Aussi est il certain qu'il n'y a point de nuées d'ou viendroit la pluie pour faire les rivieres. (En marge: ni rivieres ni mer. diversement colorez ou clairs. an inutilis ergo). Je dit qu'il n'y [a] point de nues parce qu'y estant elles nous cacheroient tantost l'un tantost l'autre endroit de la Lune. ce qui n'arrive point et je crois pouvoir assurer qu'il n'y [a] pas une sphere de vapeurs en ce païs là comme icy autour de la Terre, car la matiere de nos vapeurs semble consister principalement des particules de l'eau enlevees par l'action du soleil et du vent; que s'il n'y a point d'eau a la Lune il y manque donc de quoy faire ces vapeurs. (En marge: clartè coupee). Et de plus comme nos vapeurs s'elevent fort haut, comme il appert par les crepuscules qui paroissent dans l'atmosphere quand le soleil est a 18 d. sous l'horizon, on verroit la Terre si on estoit dans la Lune, avoir un cercle lumineux qui croit environ a $\frac{1}{80}$ du demidiametre [1]) quoyqu'en s'affoiblissant, car nostre air dans toute son epaisseur, com-

[Fig. 156]



[1]) En marge: ACD [Fig. 156] 9 grad.

ejus secans	101246	
	100000	
DE	1296	DE ∞ $\frac{1}{80}$ EC.

me depuis nos yeux à l'horizon, renvoie presque autant de lumiere que les terres ou montagnes. Une semblable atmosphere paroitroit donc aussi autour du corps de la lune s'il y en avoit. Mais on n'en voit rien du tout, et cela fait que les ombres des montagnes y sont extremement fortes et coupées, parce que toute la clartè vient du soleil, au lieu qu'icy l'air illustrè par le soleil, eclaire les endroits ou le soleil ne peut donner.

La Lune differe encore de nostre Terre en que les jours et les nuits y durent 15 des nostres, ce qui et pour le chaud et pour le froid fait des effets tout autres que nous sentons.

En marge: je voudrois y avoir estè pour voir tourner la Terre [2]).

Ces differences donc entre le globe Lunaire et le nostre font qu'il y a peu de prise a deviner ce qu'il peut y avoir, et s'il y a des herbes et creatures vivantes ou autre chose. Je me souviens que vous [3]) y remarquiez quelque endroit qui sembloit un long canal fort droit, et qui pouvoit faire penser qu'il seroit fait par art, mais il arrive aussi de semblables ... dans les choses naturelles (en marge: quelque exemple) de sorte qu'on ne sçauroit tirer un grand argument de là. Mais quoy donc, ce beau grand globe ne servira de rien, qu'a nous eclairer quelque fois la [4]) pendant la nuit, et pour hausser et baisser nos marees [5]). Et ces 4 lunes de Jupiter et les 5 de Saturne seroient ...

Apparemment le § 2 de l'Appendice III qui précède fait suite à cette Pièce.

---

[2]) Comparez la l. 2 d'en bas de la p. 796 qui precede.
[3]) Le frère Constantijn.
[4]) Mot superflu.
[5]) Voyez la p. 671 qui précède.

APPENDICE VI

AU COSMOTHEOROS.

A. Chartæ aſtronomicæ, f. 122.

Pluralité des mondes [1]). Il ne parle pas de l'argument pour le mouvement de la terre qu'on tire du changement de l'eſtoile polaire. Ni pourquoy les Planetes ne s'en vont pas plus loin. puis qu'elles tournent [2]).

B. Chartæ aſtronomicæ, f. 130. Suite du § 1 de l'Appendice III.

. . . une des choſes qui confirme le plus le vray ſyſteme. Cet effect eſt que l'eſtoile du Nort qui eſt celle de . . . dans la queue de la petite Ourſe ne ſe tient pas comme elle eſt pres du Pole, ſur lequel il ſemble que le ciel etoilè tourne, mais qu'autrefois au ſiecle de Hipparche elle en eſtoit eloignée de 12 . . . degrez, maintenant elle ne l'eſt que de 2. et dans les Siecles a venir elle s'en eloignera juſqu'a 45 degrez et d'avantage. Je dis que c'eſt la un des plus forts arguments contre la Terre immobile, parce que la ſuppoſant ainſi, il arriveroit une choſe inconcevable qui eſt que ce Ciel entier des eſtoiles fixes, ce premier mobile qu'ils diſent, ſe mettroit de luy meſme a tourner ſur d'autres axes de temps en temps; ce qui n'eſt pas bien concevable. Ils croient expliquer ces changements en ſuppoſant un mouvement de la ſphere des Fixes ſur les Poles de l'Ecliptique. Mais c'eſt une choſe qui repugne a la nature du mouvement, et que je leur defie de repreſenter par aucune machine quelque compoſée qu'elle fut au lieu que dans le Syſteme Copernicain un petit changement et qui continue tousjours à la poſition de l'axe de la Terre, produit ce merveilleux phenomene [3]). Mais ces gens ne ſongent pas ſeulement a faire quadrer leur hypotheſes imaginaires avec les loix et . . . de la Nature.

Il faut bien qu'ils conſiderent ces vaſtes corps des eſtoiles comme attachees et en-

---

[1]) Comparez la note 10 de la p. 343 qui précède. Le premier des Entretiens de Fontenelle est intitulé „Premier Soir. Que la Terre est une Planete qui tourne sur elle-mesme, & autour du Soleil". Nous n'y trouvons en effet pas ce que Huygens dit y faire défaut (changement de l'étoile polaire, voyez la partie *B* qui suit).

[2]) Dans l'Entretien du Sixième et dernier Soir de Fontenelle parle du tourbillon qui entoure le soleil (ainsi que de ceux entourant les autres étoiles fixes); mais il n'explique pas comment ce tourbillon empêche les planètes de s'éloigner de lui.

[3]) Comparez les p. 692—694 qui précèdent.

clavées dans un ciel solide et plus transparent que du cristal car comment autrement changeroient elles leur mouvement toutes ensemble. Ou comment en tournant avec cette terrible vitesse ne s'en voleroient elles pas bien loin par la force du mouvement circulaire qu'on a tant objectè a Copernic a l'egard seulement du mouvement journalier de la Terre et des maisons et des hommes, qui devroient estre jettez en l'air.

Mais pour les Planetes ils n'osent plus dire que leur orbes soient solides depuis qu'on prouve que les Cometes passent a travers. Qu'ont ils donc inventè, c'est que les Planetes ont chacune leur Ange qui scait comment il les doit faire aller [4]), du quel estrange travail et de la maniere de s'en relacher (leçon alternative: reposer) un celebre astronome a escrit des choses si simples que je n'oserois pas les redire [5]).

Consultez notamment sur les intelligences directrices des planètes les notes 4 et 5 de la p. 768 qui précède.

C. Manuscrit I, p. 127, 1694 ou 1695.

Stella Polaris seu ultima in cauda ursæ minoris distabat tempore Hipparchi a Polo gr. 12°24'. Hoc est annis ante Chr. 128. Vid. Riccioli Astron. Reform. pag. 205 [6]).

Anno 1672 distabat 2.°27'.25 . Et accedebat hoc tempore quotannis 20". Ergo A°. 1694 distat 2°.20'.5' [7]). Vide in Itinere Danico Picarti [8]).

---

[4]) Voyez ce qui a été dit plus haut (p. 768, note 4) à propos de l'„Iter exstaticum" de Kircher.

[5]) Leçon primitive: ... comment il les doit faire aller, et qui n'ont point de relache selon un celebre autheur d'astronomie, qu'en allant de temps en temps visiter le S. Sacrement dans les Eglises. Nous ignorons quel est l'auteur ici cité par Huygens.

[6]) Tab. IV du Cap. III du Lib. IV „in quo fixarum stellarum observationes selectæ ex antiquis, ac recentibus expenduntur, & ex illis tabulæ constructæ usque ad annum Christi MDCC exhibentur".

[7]) Comparez la p. 693 du „Cosmotheoros".

[8]) Dans son „Voyage d'Uranibourg", Art. VIII „Hauteur du pole d'Uranibourg" etc. Picard donne en effet 2°27'25' à la distance dont il est question dans le texte. ceci d'apres une observation de la fin de 1671.

APPENDICE VII

AU COSMOTHEOROS.

Chartæ aſtronomicæ f. 127 [1]).

180		
60		
10800		tot Jovis diametros dimidium circuli coeleſtis capit circiter.
10000	10000	[au lieu de 10800].
5	50000	diametri terræ ad Jovem uſque.
50000	500000000	à tot diametris terræ ſol appareret æque clarus ac Jupiter nobis.

Sed fixa 1ᵃ magnitudinis minus lucida apparet quam Jupiter.

Ergo ſi fixa æqualis ſoli, oporteret eam longius adhuc diſtare quam iſtas 5⑧ diametros terræ [2]). ſed ponamus æqualiter lucidas cerni ac Jupiter.

5.10^8 diamètres terreſtres = 0,67 année-lumière. Nous ſavons maintenant que les étoiles les plus proches ſont à des diſtances de plus de 4 années-lumière.

[1]) Voyez sur ce calcul notre Avertissement (p. 672).

[2]) Tandis que le calcul de la p. 35 donnait pour la distance de Sirius, supposée égale au soleil, 27664 × 12000, donc environ 332000000 diamètres terrestres, ce qui est du même ordre de grandeur.

Huygens prend ici le diamètre apparent de Jupiter égal à 1′ conformément au „Systema Saturnium" (T.XV, p. 344), où ce diamètre était dit être de 64″ à la plus petite distance.

APPENDICE VIII

AU COSMOTHEOROS.

[1694] [1].

Ex epiſtola Joh. Flamſtedij ad Caſſinum, quæ in Philos. Tranſactions n° 96. Jul. 21. 1673.

Quid quod et Parallaxin Martis Acronici et Perigæi nunquam majorem eſſe ſcrup. ſecundis 25": unde ſequitur Solis eſſe ſummum 10". et diſtantiam 21000 Terræ ſemidiametros. Derbiæ Jul. $\frac{7}{17}$. 1673.

De micrometro loquitur cujus deſcriptio fit in N°. 29 [2].

---

[1]) Manuscrit I, p. 112. La p. 113 (voyez l'Appendice suivant) porte la date 29 Jul. 1694. Nous avons fait mention du présent Appendice à la p. 331 qui précède.

[2]) „A description of an instrument for dividing a foot into many thousand parts, and thereby measuring the diameters of planets to great exactness &c. as it was promised Numb. 25". La description est de Hooke. Au N° 25 (également Philos. Trans. 1667) on trouve „An extract of a letter written by Mr. Richard Townely to Dr. Croon, touching the invention of dividing a foot in many thousand parts, for mathematical purposes". Il y est question (outre d'Auzout) d'une invention de feu Gascoigne. Comparez la note 3 de la p. 92 qui précède. Dans son „Histoire de l'Astronomie moderne" II, p. 592 Delambre écrit: „Nous croyons fermement à la réalité des observations de Gascoyne .. mais nous ne croyons ni aux observations de Townley .. ni aux observations de Hooke qui ne fit construire son instrument que plusieurs mois après la discussion occasionnée par la lettre d'Auzout [de 1666, à la Royal Society]".

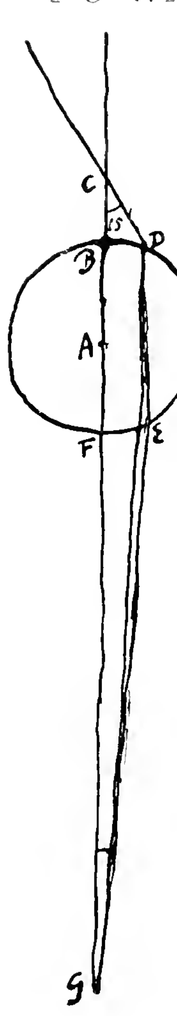
APPENDICE IX

AU COSMOTHEOROS.

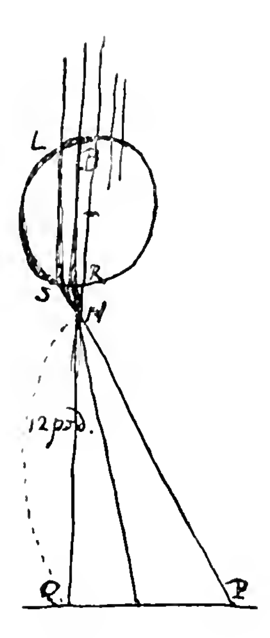
Juillet 1694.

29 Jul. 1694 [1]).

[Fig. 157]



Erat BDEF [Fig. 157] sphærula vitrea tam exilis ut tantum $\frac{1}{12}$ partem unius lineæ sive duodecimæ partis pollicis æquaret quod adhibito microscopo mensus sum. Eam inter tenues lamellas æneas insertam, prius tenuissima acus cuspide perforatas, statui in tubo extremo 12 pedum longitudine [Figure 157 *bis*], quo ad Solem obverso apparuit ille minimus quidem ac debili luce, sed tamen ut stellis primæ magnitudinis non cederet. At ex calculo fuit imago solis per sphærulam apparens ad eam qua sol conspicitur oculo nudo, secundum diametrum, ut 1 ad 27648 [2]).



[Fig. 157 *bis*]

	FE		DB	
Anguli FGE ad BCD ratio componitur ex	3		1	
	$\frac{1}{48}$ (CB)		1728	(FG longitudo tubi)
	$\frac{3}{48}$		1728	
	1	ad	27648	

Potest et lux plena solis in BL conferri cum luce in QP, eademque invenietur ratio quæ ante imaginis solis apparentis ad veram.

Si foramen vacuum æquale globulo BF in extremo tubo applicuissem, habuissem in G lucem quasi a Sole cujus diameter $10\frac{1}{3}$ circiter. Hoc enim expertus sum invenique solis lucem ita spectatam valde claram, neque ulli planetarum, nedum fixarum, comparandam.

---

1) Manuscrit I, p. 113.

2) Voyez aussi ce nombre, ou plutôt le nombre 27664, à la p. 817 qui précède.

1 ad 27648 ut diſtantia ☉ ad diſtantiam fixarum primæ magnitudinis.

Hinc parallaxis $\frac{1}{2}$ diametri orbitæ terreſtris in fixis iſtis fit paulo minor 15' ſcrupulis ſecundis. Et diameter apparens fixæ 1æ magnitudinis fit fere 4''.

27648

3 [Ajouté plus tard: imo 25 anni ut poſtea vidi] [3])

82944 annis ad proximas fixas perveniret globus e tormento excuſſus æqualiter pergens.

---

[3]) On voit ici que la rédaction définitive de la page du Cosmotheoros mentionnée dans la note précédente date d'après le 29 juillet 1694, puisqu'on y trouve non pas le nombre 3, mais le nombre 25: c'est en 25 ans qu'un boulet peut parcourir suivant Huygens la distance de la terre au soleil, comme il le dit aussi aux p. 787 et 806: la rédaction définitive de plusieurs pages du traité est apparemment postérieure à juillet 1694. Puisque la distance de la terre au soleil était connue à Huygens depuis longtemps, il faut conclure qu'il avait d'abord attribué aux boulets de canon une vitesse initiale beaucoup trop grande.

Pour pouvoir parcourir en environ 25 ans la distance de la terre au soleil, c.à.d. suivant Huygens 12543 fois le diamètre de la terre, il faut que le boulet — un boulet du dix-septième siècle — ait une vitesse d'environ 200 M. par seconde ce qui correspond fort bien aux „cent toises de six pieds" de Mersenne dont il était question à la p. 806.

APPENDICE X

AU COSMOTHEOROS.

[1694 ou 1695] [1]).

Man. I, p. 127—128.

§ 1 [2]).

[Fig. 158] 1005207 dist. aphel. ♄
896793 dist. perih. ♄
1902000 [Fig. 158]
951000 dist. media ♄

	Mediæ distantiæ a Sole, sive radii orbium	Excentricitates quarum semidiameter in singulis orbibus est 100000	Tempora periodica sub fixis Anni dierum 365
♄	951000	5700	29.174. 4.58'.25''.
♃	519650	4822	11.317.14.49'.31''.
♂	152350	9263	1.321.23.31'.26''.
♁	100000	1800	
			d h
♀	72400	694	224.17.53'.2''.14'''.
☿	38806	21000	87.23.15'.36''.

§ 2 [3]). Ex actis Lipsiensibus Anni 1688 pag. 274.

Distantiæ maximæ Comitum Saturni à centro ejus, ex Cassino.

Distantiæ maximæ		motus diurnus sub Ecliptica
		6 sign. 10°.41'.31''.
		4. 11. 31. 30.
Intimi $\frac{39}{40}$	partium diametri annuli	2. 18. 41. 50.
2[di] $1\frac{1}{4}$	annuli diametri	0. 22. 34. 38.
3[tii] $1\frac{3}{4}$	annuli diametri	mihi 22°.34'.44'' [5])
4[ti] 4	annuli diam. mihi $3\frac{1}{2}$ [4]).	Halleio 22.35.0.
5[ti] 12	annuli diametri	Act. Lips. 1684 pag. 187 [6]).
		0. 4. 32. 17.

---

[1]) Les dates 29 Jul. 1694 et 29 Jan. 1695 se trouvent respectivement aux p. 115 et 131 du Manuscrit.

[2]) Les trois premières colonnes du § s'accordent avec celles de la p. 148 qui précède: Huygens les a empruntées à Kepler comme nous l'avons dit. La quatrième colonne s'accorde avec les valeurs des p. 150 et 151—152 (Mars, Jupiter, Saturne) et 177 (Mars). Huygens, nous l'avons dit, a fait usage tant des Tables Rudolphines de Kepler que de l'„Astronomia reformata" de Riccioli.

		h.	
duratio conjunctionis cum annulo ♄		7.	46'.
		8.	36'.
		10.	0.
		15.	6.
		24.	0.

---

§ 3 [7]). Diſtantiæ vel digreſſus maximi Comitum Jovis a centro ejus.

Intimi	$5\frac{2}{3}$ ſemidiametri	
2^di	9 ſemid.	Ex meo Saturni Syſtemate diametri globorum
3^ii	$14\frac{1}{3}$ ſemid.	Saturni et Jovis ſunt ut 55 ad 74 [8]).
4^ti	$25\frac{1}{3}$ ſemid.	

§ 4 [7]). p. 104. Tabb. Caſſini. ſemiſſes revolutionum Comitum ♃.

h 21.14'.18''. 2	1.18.36. 56. 2	3.13.59.50 2	8.9.2.33 2
h 42.28'.36''.	d. h. 3.13.13'.52''.	d. 7. 3.59.40.	d 16.18.5.6.

ſive d
1.18.28. 36.

3) Les tables du § 2 ont en effet été tirées de l'article des p. 273—275 des „Acta Eruditorum" de 1688, intitulé: „Epistola Dn. Cassini ad editorem Transactionum Anglicarum, exhibens ejusdem correctiones circa theoriam quinque satellitum Saturni. Translata e dictis Trans. Philos. M. Juni 1687, num. 187". La première colonne s'accorde avec la table correspondante de la p. 780 qui précède.

4) Dans le „Systema Saturnium" de 1659 (T. XV, p. 254) Huygens avait trouvé 3'16" pour la distance maximale de son satellite au centre de la planète. Divisant par $3\frac{1}{2}$ (rapport que nous ne trouvons pas dans le „Systema"), on trouverait 56" pour le diamètre de l'anneau.

À la p. 342 du T. XV Huygens dit avoir vu l'anneau de Saturne sous un angle de 68", lorsque la planète est à sa plus petite distance de nous; tandis que la vraie valeur est 45". Le rapport de 3'16" à 68" est 2,9 ce qui nous semble correspondre aux petites figures du „Systema", p.e. à la Fig. 48 de la p. 250.

5) T. XV, p. 261 du „Systema Saturnium".

6) À cette page des „Acta Eruditorum" de 1684 commence l'article „Epistola astronomi clarissimi Dn. Edmundi Halleji, theoriam motus satellitis Saturnii corrigens. Exhibita in Philos. Trans. Anglicanis mense Martio superioris anni, n. 145". Halley écrit: „Mitto tibi astronomicam relationem de remotissimo omnium Planetarum nostri Vorticis . . . Satellitem Saturni intelligo, anno 1655 detectum a Dn. Chr. Hugenio de Zulichem . . . Post eum nemo, quod sciam, Theoriam illam corrigere aut perfectiorem reddere laboravit". P. 189: „motus diurnus 22°34'38"18'''."

§ 5. diurnus 1ⁱ comitis ♄.

6.10°.41′.31 — 1 — 12 / 1.21.18.31 periodus intimi comitis ♄ respectu Eclipticæ.

diurnus 2ᵈⁱ comitis ♄.

4.11°.31′.30″ — 1 — 12 / 2.17.41′.27″. 2ᵈⁱ periodus sub Ecliptica.

diurnus 3ⁱⁱ comitis ♄.

2.18°.41′.50″ — 1 — 12 / 4.13.47′.16 periodus 3ⁱⁱ comitis.

22°.34′.38″ diurnus 4ⁱ comitis ♄ seu mei secundum Cassinum

22°.34′.38 — 1 — 1296000 / 15.22.41′.11 periodus 4ⁱ comitis ♄ sub Ecliptica.

mihi 15.22.39 sub Ecliptica [8]).

---

[7]) La table du § 3, ainsi que celle du § 4, s'accordent avec les tables correspondantes de la p. 780 qui précéde.

[8]) T. XV, p. 349.

APPENDICE XI

AU COSMOTHEOROS.

[1695][1].

Manuscrit I, p. 133.

Distantia ☿ a ☉ in conjunctione Mensis Maji [1661] cum in nodo erat descendente: partium 45308 qualium distantia ☉ a Terra est 100000.

Distantia ☿ a Terra tunc 55699. hæc ex Halleij definitione.

55699
45308
―――――
101007 dist. terræ a ☉.

101007 55699 —— 11″.48‴. Mercurij diameter apparens ex Hevelij observatione cum in Solis disco cerneretur A°. 1661. 3 Maj. ($6\frac{1}{2}''$ diameter ☿ in media distantia).

Ergo diameter ☿ est $\frac{1}{290}$ diametri ☉ [2]). quod in Cosmotheoro secutus sum.

---

[1]) La date 29 Jan. 1695 se trouve a la p. 131 du Manuscrit.

[2]) En prenant 31′25″ (ou une valeur peu differente) pour le diametre du soleil, puisque $\frac{11''48'''}{31'25''} \cdot \frac{55699}{101007} = \frac{1}{290}$. Voyez aussi sur le diamètre de Mercure la p. 670 et la note 19 de la p. 696 qui précèdent.

APPENDICE XII
AU COSMOTHEOROS.
[1695] [1]).

Man. I. p. 132—133.

§ 1 [2]). Veneris diameter telescopio 45 pedum, quod auget 147 vicibus, apparet quasi $\frac{2}{3}$ pollicis ex distantia pedis unius.

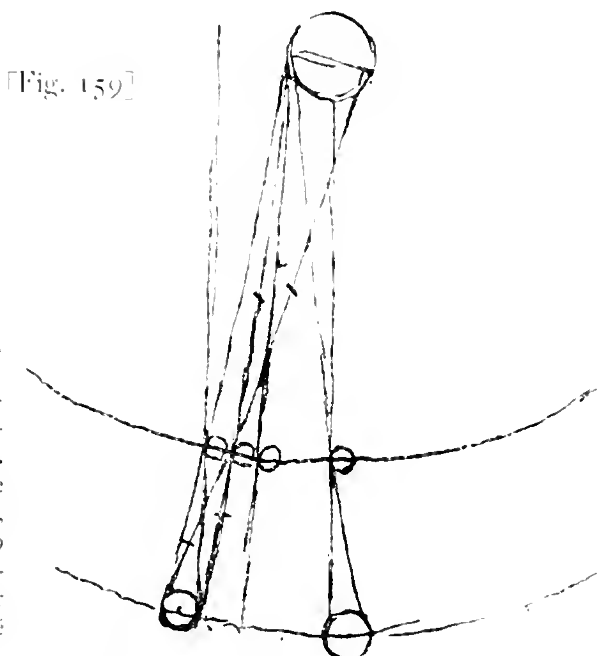
Diameter ♀ 8 lin. Tempus quo Venus solem intrat 20'.

$\frac{1}{10}$ lin. qua errari potest, hoc est $\frac{1}{80}$ apparentis diametri ♀ quasi ex distantia pedali.

8 20 $\frac{1}{10}/\frac{1}{4}$ tempus quo solem intrat $\frac{1}{10}$ lin. tali tempore bis errari potest, semel finiente introitu ♀, iterum incipiente exitu.

Pono appulsum oræ extremæ Veneris ad marginem Solis [Fig. 159] tam accurate notari posse, ac $\frac{1}{80}$ pars diametri circelli cujus diameter $\frac{2}{3}$ pollicis, spectata ex distantia pedali.

[Fig. 159]



1) Voyez sur la date la note 1 de la p. 838.

2) Il s'agit apparemment d'observations fictives, comme nous le disons aussi dans l'Avertissement. Du vivant de Huygens Vénus ne passa devant le soleil que deux fois, en 1631 et 1639; voyez les p. 309 et 330 qui précèdent. La transition de 1761 fut observée e.a. par J. Lulofs, professeur à l'Université de Leiden.

§ 2 [2]). 32′ diameter ☉. $\frac{32}{100}$′ diameter terræ in Sole. quod hic pono unde fit ☉ distantia proxima, 10000 diam. ♁.

$\frac{64}{100}$′ duplus diameter telluris in ☉. quia in dupla diam. terræ excedi vel defici poteſt $\frac{1}{30}$. Ergo in ſimplici diametro tantum $\frac{1}{60}$′. ſi diſtantia ♀ à Terra ſit $\frac{1}{2}$ diſtantiæ ejuſdem à ☉.

$\frac{1}{30}$ --- $\frac{64}{100}$ —— 1 —— 19 ſere. Ergo error poſſibilis erit $\frac{1}{19}$ diametri terræ in ☉.

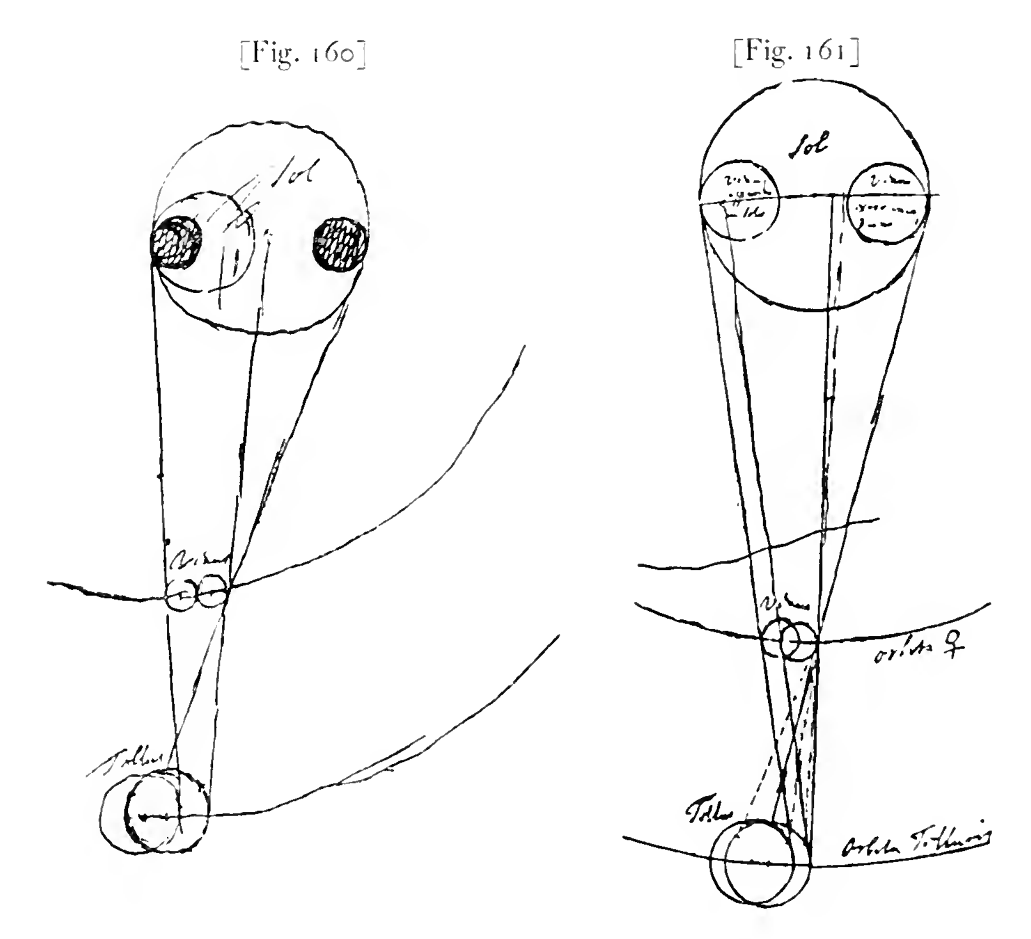
§ 3 [2]). On lit dans la Fig. 160: Sol. Venus. Tellus. Et dans la Fig. 161: Sol. Venus apparens in Sole. Venus exire incipiens. Venus. Orbita ♀. Tellus. Orbita Telluris.

÷ 1 diametros terræ percurrit ♀ in orbita ſua horis 8.

66 diametros ſuos Tellus 8 horis in orbita percurrit.

AB [Fig. 162] percurritur motu medio Veneris in ☉ horis ÷. 56.

[Fig. 160] [Fig. 161]

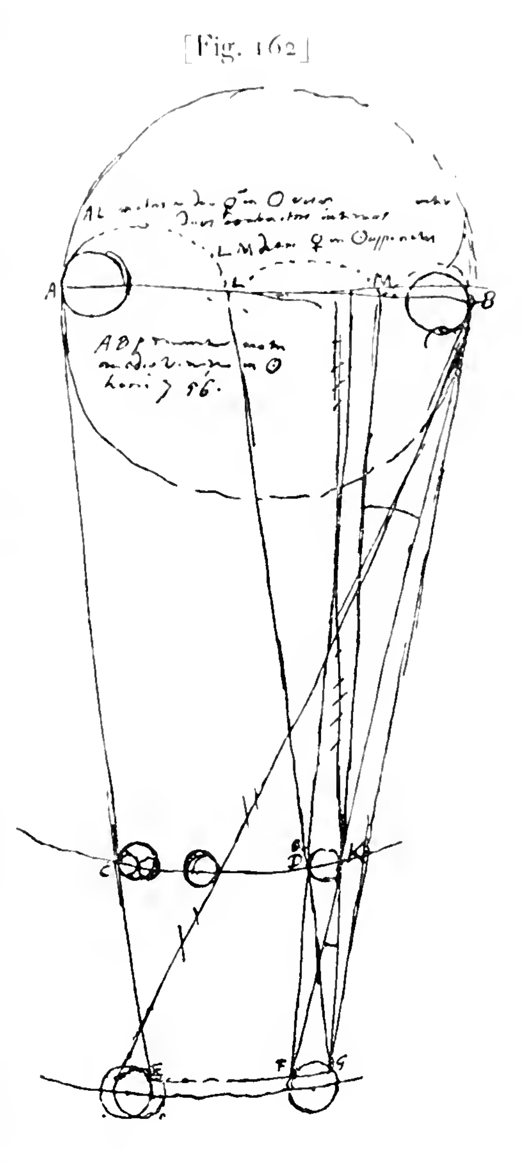


AL motus medius ♀ in ☉ visæ inter duos contactus internos.
LM diameter ♀ in ☉ apparentis.
MB dupla subtensa arcus terræ FG, 120 gr. ad summum.

Ergo cum Veneris centri transitus totus per diametrum ☉ sit 7h.56′: Erit transitus inter duos internos contactus brevior; non tantum 20′, quibus Veneris corpus transit in Solem sed et tempore quo MB seu dupla FG, percurreretur in Sole a Venere. Quare a 7h.56′ auferatur tempus inter duos contactus internos, itemque tempus 20′ quibus transit ♀ diameter. relinquiturque tempus quo transitur dupla FG in ☉. quod tempus erit ad 20′ quibus ♀is diameter transit, sicut dupla subtensa FG, in Terra, ad diametrum Veneris. Est enim illud reliquum tempus quo percurritur a Venere in Sole portio MB, quæ æqualis duplæ FG. Vel subtrahendo arcum AM à Solis diametro, relinquitur MB quanta e terra in Sole appareret dupla FG.

NB. Pono hic MK duplam KG.

[Fig. 162]



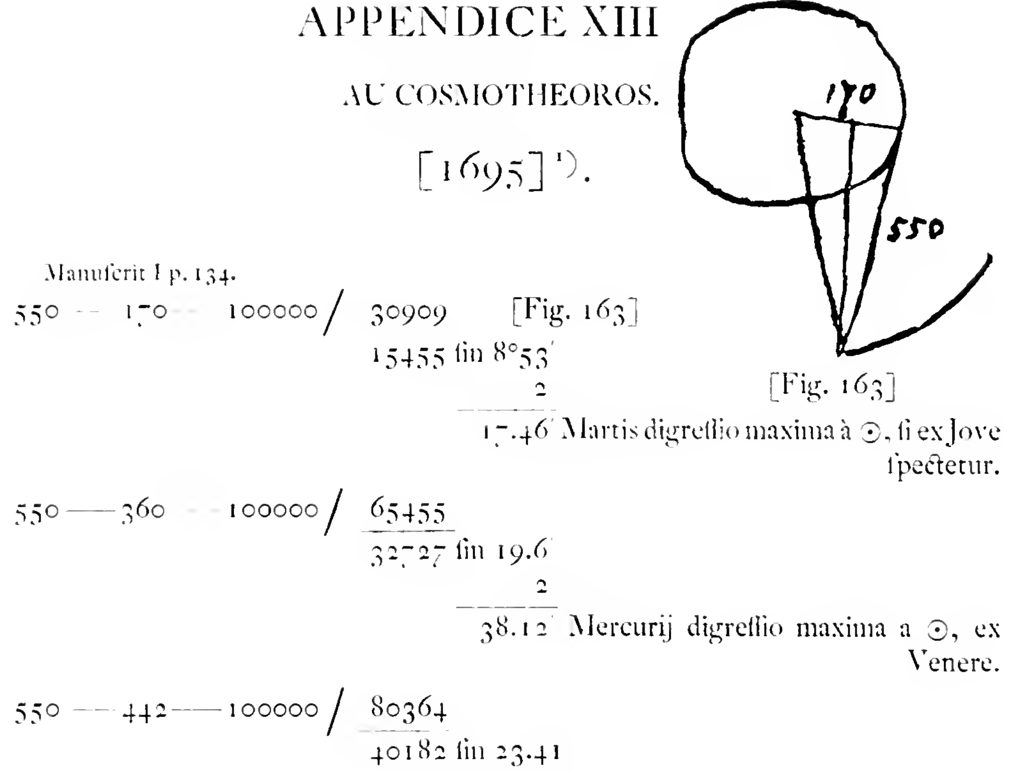
En marge: hoc clarius sed eodem redit.

Tempus inter visus per EA et per FB, est tempus inter duos contactus internos. Si in fine hujus temporis esset qui intueretur ex G, illi latus ♀is D cerneretur in L, cum initio ex E spectatum fuerit in C. Ergo AL est quantum ♀ medio motu tempore illo inter duos contactus peregit in Solis disco. Ergo si dicam, tempore 7h.56 Venus solis diametrum seu 32′ emetitur, quantum conficiet tempore quod est inter duos intimos contactus. fiet AL, quam unà cum LM quam occupat ♀ diameter in Sole, subtrahendo a diametro ☉ AB, relinquetur MB quanta in ☉ appareret dupla FG.

APPENDICE XIII

AU COSMOTHEOROS.

[1695] [1].



[Fig. 163]

Manuscrit I p. 134.

550 — 170 — 100000 / 30909 [Fig. 163]
15455 sin 8°53′
2
17.46′ Martis digressio maxima à ☉, si ex Jove spectetur.

550 — 360 — 100000 / 65455
32727 sin 19.6
2
38.12′ Mercurij digressio maxima a ☉, ex Venere.

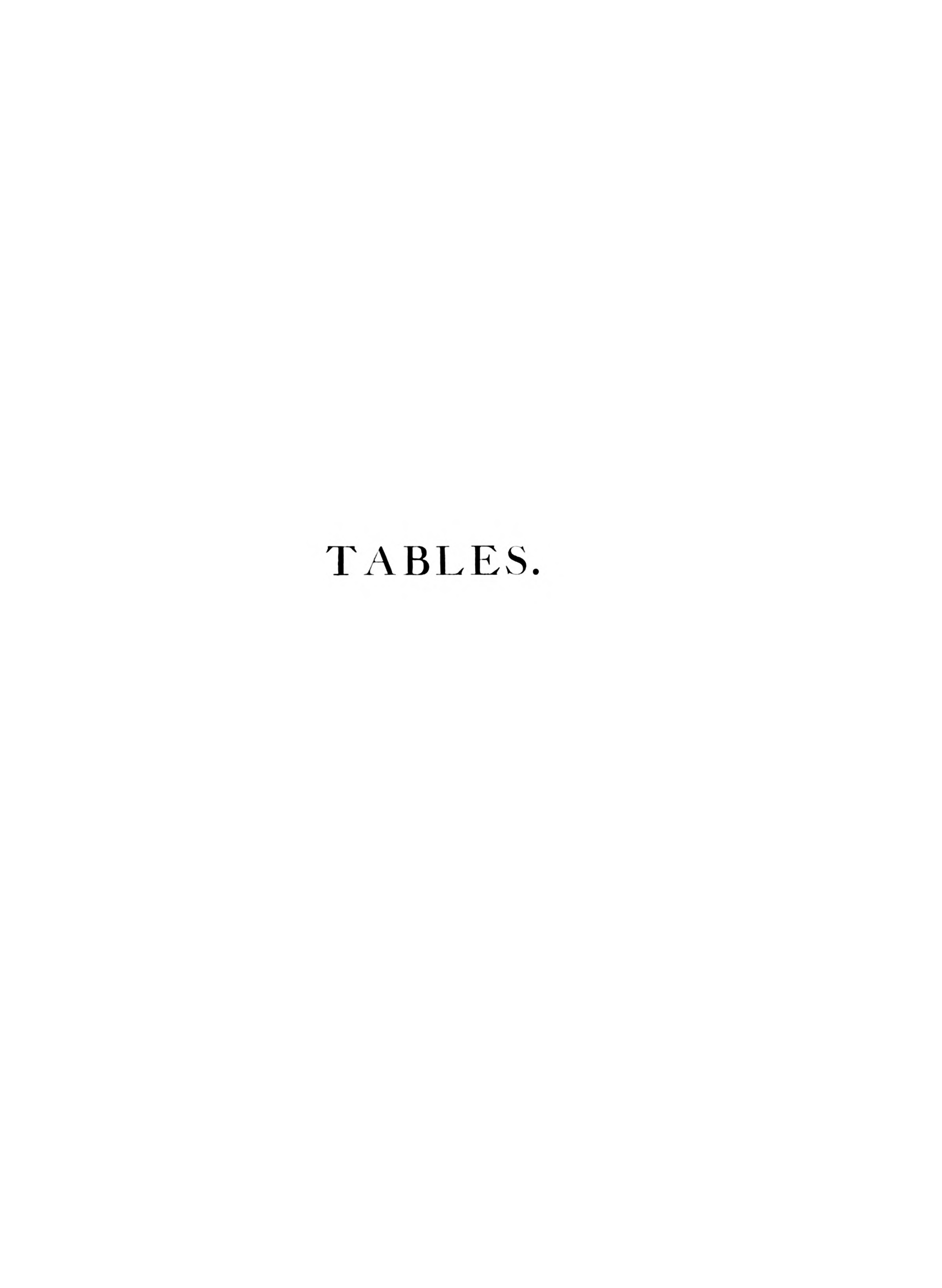
550 — 442 — 100000 / 80364
40182 sin 23.41
2
47.22′ Terræ digressio maxima a ☉, ex Marte.

550 — 350 — 1⑤ / 63636
31818 sin 18.33
2
37.6 Jovis digressio maxima a ☉, ex Saturno.

Dans le Cosmotheoros les digressions apparentes ont les mêmes valeurs (pas plus de 18°; environ 38°; pas plus de 48°; environ 37°). Huygens les avait peut-être déjà sommairement calculées avant 1695. Il est toutefois également possible que ce soit ici son unique calcul des digressions considérées, puisque nous savons (p. 656 qui précède) que même en mars 1695 il était encore toujours occupé à corriger et amplifier son écrit.

---

[1] Voyez sur la date la note 1 de la p. 838. La p. 134 est la dernière du Manuscrit I. Les pages suivantes sont en blanc.



TABLES.

I. PIÈCES ET MÉMOIRES.

Page.

---

[1]) C'est le titre que Huygens lui-même donne a cette Piece.

[1]) C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.

[1]) C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.

[1]) C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.

[1]) C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.

[1]) C'est le titre que Huygens lui-même donne à cette Pièce.

II. PERSONNES ET INSTITUTIONS MENTIONNÉES.

Dans cette lifte on a rangé les noms fans avoir égard aux particules *de*, *a*, *van* et autres. Les chiffres gras défignent les pages où l'on trouve des renfeignements biographiques [1]).

[1]) Voyez la note 1 de la p. 675 du T. XVIII.

III. OUVRAGES CITÉS.

Les chiffres gras désignent les pages où l'on trouve une description de l'ouvrage.

Les chiffres ordinaires donnent les pages où il est question de l'ouvrage, ou qui contiennent dans le cas de Huygens la reproduction de l'ouvrage.

Chappotot, Niveau a Lunette, qui porte fa preuve avec soy que l'on verifie & rectifie d'un feul endroit, 1680. **75**, 79.

M. Cheruel. Voyez *Lefèvre d'Ormeffon*.

Chiang Yee, Chinefe calligraphy, an introduction to its æfthetic and technique, avec préface de *Lin Yen*, ± 1937. 734.

Ciceron (*M. Tullius Cicero*), Academica. 794.

„ De divinatione. 513. 558.

„ De finibus bonorum et malorum. 565.

„ De gloria (ouvrage perdu). 517.

„ De natura deorum. 172, 535, 650, 769.

„ De oratore. 375.

„ Lælius de amicitia liber. 684.

„ Oeuvres. 563.

„ Oeuvres philofophiques. 4.

„ Opera quæ fuperfunt omnia ac deperditorum fragmenta, ed. *Io. Casp. Orellius*, 1828. 518.

„ Oratio pro Marcello. 517.

„ Somnium Scipionis. 520, 651.

„ Tufculanæ difputationes (ou T. quæftiones). **173** (ed. *M. Pohlenz*, 1918), 512, 533, 537, 566.

C. A. Clairaut, Theorie de la figure de la terre, tirée des principes de l'hydroftatique, 1743. **166**.

Cl. Claudianus, Epigramme. 173, 649.

Cl. Clemens, Mufei five Bibliothecæ extructio, inftructio, cura, ufus, 1635. 172, **173**.

Cl. Clerfelier. Voyez *des Cartes*.

L. J. M. Columella, Rei rufticæ libri. 561.

F. Commandinus. Voyez *Ariftarque*.

Ch. M. de la Condamine. Voyez *M. Bouguer*.

C. H. Coote. Voyez *J. Schöner*.

N. Copernic, De revolutionibus orbium cœleftium libri VI, 1543. 130. 588. 649.

N. de Cufa ou *Cufanus*, De docta ignorantia, publ. 1514. 369.

„ „ Opera, 1565. 369, **534**.

G. Daniel, Voyage du Monde de *Defcartes*, 1691 et 1703. 826. Traduction latine: Iter per Mundum Cartefii, 1694. 826.

Dante Alighieri, Commedia Divina, 1313—1321. 743.

M. Delambre, Hiftoire de l'aftronomie moderne, 1821. 11, 12, 15, 17—19, 30, 92, 118, 602, 832.

Defcartes. Voyez *des Cartes*.

Diogène de Laërce (*Diogenes Laërtius*), De vitis dogmatis et apophtegmatis eorum qui in philofophia claruerunt. 554, 558.

P. Ditifheim. Voyez *L. Reverchon*.

P. Dubois, Hiftoire de l'horlogerie, 1849. 586.

J. B. Duhamel. Voyez *du Hamel*.

IV. MATIÈRES TRAITÉES.

Comme dans les tomes précédents, nous ne comprenons dans la liſte alphabétique des Matières traitées que les ſujets que le lecteur ne trouvera pas — ou que, dans quelques cas, il ne trouvera que fort ſommairement — indiqués dans la Table I des Pièces et Mémoires. Il eſt d'ailleurs évident que nous n'avons pu nous propoſer de donner une énumération abſolument complète de tout ce dont il eſt queſtion dans le préſent tome. Nous n'avons en particulier indiqué ici aucune page où Huygens traite des planéticoles, ſujet principal du premier livre du Coſmotheoros, nous contentant de mentionner l' „habitabilité (fort douteuſe à ſes yeux) de la lune".

Les chiffres indiquent les pages de ce volume.

ADDITIONS ET CORRECTIONS.

Page	*Au lieu de*	*liſez*
19 *note* 44	Toms	Tome
63 *l.* 6	*Les „Peripateticarum quæſtionum libri quinque" de Céſalpin parurent pour la première fois à Florence en* 1569. *Une autre édition eſt celle de* 1571 *à Veniſe apud Iuntas.*	
79 *note* 29	Il s'agit ici du niveau de Chapotot, non pas de 1680, mais de 1686 (T. IX, p. 96).	
116 *l.* 8 *d'en bas*	énonce	énoncé
131 *l.* 5	culcul	calcul
133 *l.* 13	Avertiſſemen.	Avertiſſement
„ *l.* 16	mediat	media.
138 *l.* 6	En février 1661 Huygens, d'après ſon Journal de Voyage, avait fait la connaiſſance perſonnelle du comte Pagan „aveugle depuis longtemps" qui „croit avoir fait merveille avec ſes nouvelles découvertes dans l'aſtronomie".	
141 *titre*	1680—1661	1680—1681
150 *l.* 12	p. 188	p. 178
151 *l.* 3 *et* 2 *d'en bas*	Ann. Egypt (365)	Ann. Egypt (365)
	„	11
168 *l.* 3	Cetre	Cette
„ *l.* 10	Le premier	Le „premier
„ *l.* 5 *d'en bas*	Nos „vues d'enſemble du planétaire de 1682" ſont, bien entendu, des vues de ce planétaire tel qu'il fut reconſtruit en 1786. Voyez ſur ce ſujet la note *) de la p. 601.	
172 *note* 10	*Il s'agit d'une lettre de Rothmann à Tycho Brahe de ſeptembre* 1583 *qui ſe trouve dans le recueil „Tychonis Brahe Dani Epiſtolarum Aſtronomicorum Libri", Noribergæ apud L. Hulſium, MDCI. Il y eſt queſtion* (*p.* 127—128) *d'un „automaton . . . miræ parvitatis".*	
193 *troiſième alinéa et* 194 *premier alinéa*	*Nous aurions pu ajouter que la lettre de Huygens à Caſſini où il parlait, ſuivant ce dernier, „de faciliter l'uſage des grands verres", et à laquelle Caſſini répondit le* 16 *février* 1684, *fut lue par lui à l'Académie le* 26 *février ſuivant d'après la p.* 51 *du T. XI des Regiſtres de l'Académie. Nous y liſons: „Il [Caſſini] a lu une lettre de Mr. Hugens qui luy ecrit qu'il travaille à faire des verres de Lunettes, et*	

Page	*Au lieu de*	*lisez*
	qu'il espere en faire de 100 *pieds. Il pretend avoir trouvé le moyen de s'en servir sans l'embarras des grandes machines et il promet à Mr. Cassini de lui en communiquer le secret". Nous disions donc à bon droit que d'après les termes de cette lettre Cassini, avant de faire lui-même des observations au mois de mars, a pu deviner que Huygens observait sans tuyau.*	
198 *note* 43 *l.* 1	1 Nov. [1687]	1 Nov. [1686]
213 *note* 4 *l.* 2	deux regles	„deux regles
226 *l.* 3 *d'en bas*	ttop	trop
247 *l.* 15	jusques	jusques à
„ *l.* 7 *d'en bas*	ı agir	s'agir
252 *note* 1 *l.* 4	[Fig. 79]	[Fig. 76]
254 *l.* 5 *d'en bas*	diamétre	diamètre
256 *note* 12	c. à. d.	(c. à. d.
260 *l.* 19	roûgir	rougir
283 *note* 30	Le çonprimitive	Leçon primitive
288 *l.* 18	au de	ou de
289 *l.* 3 *d'en bas*	latia	latin
304 *l.* 13	1903	1703
317 *l.* 15 *d'en bas*	foleii	foleil
321 *l.* 19	p. 338	p. 308
322 *note* 1 *l.* 5	conjuctionis	conjunctionis
339 *note* 1	Partie III de la p. 1.	Partie III de la p. 555.
343 *dernières lignes*	*Comme nous le disons aussi à la p.* 348, *différents §§ de la Pièce „Que penser de Dieu?" se retrouvent ailleurs dans le présent Tome avec leur contexte: on trouvera les §§* 1, 2 *et* 3 *aux p.* 526—527, *et le §* 4 *à la p.* 362. *Seul le §* 5 *n'a pas été imprimé une deuxième fois.*	
382 *l.* 2	toute	toutes
387 *l.* 8	bafée	bafé
394 *l.* 2 *d'en bas*	am	jam
406 *l.* 7	quafi	quafi
415 *note* 1*	*Voici la page que nous avons publiée en* 1941 *dans la revue Janus à la mémoire de D. J. Korteweg décédé en cette année:*	

À LA MÉMOIRE DE D. J. KORTEWEG

31 mars 1848—10 mai 1941

Avec le Dr. D. J. Korteweg, professeur émérite de mathématiques à l'université municipale d'Amsterdam, disparait le dernier survivant de la commission nommée en ou peu après octobre 1882 pour étudier et préparer l'édition projetée, ou du moins proposée, par l'Académie des Sciences, résidant en la dite ville, des Oeuvres Complètes de Christiaan Huygens [1]).

Page	*Au lieu de*	*lifez*

Le lien perfonnel que le hafard, pour employer ce terme, a établi entre la préfente rédaction de la revue hiftorique Janus et la commiffion nommée, nous amène à rendre hommage en cet endroit, après plufieurs autres perfonnes, à la mémoire du défunt, dont les grands mérites envers HUYGENS font toutefois les feuls que nous ayons à confidérer ici.

Dès le début KORTEWEG prit une grande part à l'édition, comme le font voir e.a. de nombreufes notes manufcrites de fa main qu'on peut fouvent confulter encore aujourd'hui avec profit. Il eut même le privilège d'avoir chez lui durant de longues années les manufcrits que HUYGENS légua en 1695 à la bibliothèque de l'univerfité de Leiden où ils retournèrent pour tout de bon bientôt après que, prefqu'octogénaire, il eut réfigné, en 1927, la préfidence de la commiffion. Notre portrait le repréfente, jeune encore, à cet âge patriarcal.

Nous aimons à croire que le vieillard plus que nonagénaire de 1940 a encore pu jeter les yeux fur le T. XX des Oeuvres paru vers la fin de cette année, fe rattachant e.a. à certains autres tomes précédents traitant fpécialement de mathématiques et nommément aux T. IX et X de la Correfpondance, publiés refpectivement en 1901 et 1905 et contenant e.a. les lettres échangées entre HUYGENS d'une part, LEIBNIZ et DE L'HOSPITAL de l'autre, lefquelles KORTEWEG avait pourvues de nombreufes citations des manufcrits et notes explicatives témoignant fa perfpicacité et fa compréhenfion des vues de HUYGENS et de fes prédéceffeurs ou contemporains.

J. A. VOLLGRAFF.

421 *note* 16	Ce n'est pas en vérité à la Prop. VI que le Lemma II cité est attaché, mais à la Prop. VII.	
435 *l.* 2 *d'en bas*	prédéceffeurs	prédéceffeurs
„ *note* 33	noté	note
436 *l.* 2 *d'en bas*	en bas	„en bas
466 *l.* 7	furface	furface
471 *l.* 2 *d'en bas*	nel aifferoient	ne laifferoient
476 *l.* 9 *d'en bas*	raifon contraire.	raifon contraire [36]).
	Au lieu de [35]) *nous aurions d'ailleurs pu écrire* [36 bis]).	
482 *note* 54	note 9 de la p. 172	note 35 de la p. 499
495 *l.* 9	Leibniz	Leibniz [10])

1) D'après la Préface de février 1888 par les directeurs de la Société hollandaise des sciences de Haarlem du premier tome des Oeuvres lequel parut en cette année sous les auspices de cette Société.

Page	*Au lieu de*	*lisez*
520 *note* 9	τόν	τον
522 *note* 2 *l.* 8	p. 339	p. 342
533 *note* 15 *l.* 10	note 15 de la p. 553	note 25 de la p. 553
543 *l.* 3 *d'en bas*	*C'eſt bien „ſquallida" que Huygens écrit et non pas „ſqualida". Nous avons par haſard trouvé le mot „ſquallidam" auſſi chez Juſte-Lipſe (p.* 58 *du T. II de ſes Opera Omnia, publiés par B. Moretus en* 1637).	
564 *l.* 9—10	*„Inuenerunt quemadmodum plus quies etc." C'eſt par erreur que Huygens a écrit „Cicero" au lieu de „Seneca": les paroles citées ſe trouvent en effet chez ce dernier auteur dans ſon dialogue „Ad Serenum de Otio".* *L'alinéa précédent de la p.* 564 *a également été emprunté au „De Otio" dont le cap. III contient le paſſage ſuivant: „Duæ maxime et in hac re diſſident ſectæ Epicureorum et Stoicorum, ſed utraque ad otium diuerſa uia mittit. Epicurus ait: Non accedet ad rem publicam ſapiens, niſi ſi quid interuenerit. Zenon ait: Accedet ad rem publicam, niſi ſi quid impedierit. Alter otium ex propoſito petit, alter ex cauſa". Etc. Du moins c'eſt ainſi que Sénèque propoſe ici à ſes lecteurs le ſentiment des Stoïciens ſur la politique; ce qui fait dire à Huygens que „l'un et l'autre [c. à. d. tant Zénon qu'Épicure] enſeignent la retraite".*	
566 *note* 3 *l.* 10	convient	Il convient
567 *note* 3 *l.* 1	ſiècle	ſiècle
583 *l.* 6	*C'eſt par mégarde que nous avons dit que Roemer avait donné dans ſon planétaire la place centrale à la terre. Voyez la note* 3 *de la p.* 343 *du T. VIII où nous avons parlé de la figure de ce planétaire qui ſe trouve dans le Journal des Sçavans de* 1682.	
591 *l.* 11—12	cognoſcete	cognoſcere
610 *l.* 8	Font	Sont
611 *l.* 6	(mots illiſibles)	V. Rota eſt
612 *l.* 4 *d'en bas*	attaché	attachée
614 *l.* 13	Font	Sont
616 *l.* 9—10	puiſque chaque planète n'eſt pas attachée à l'anneau *ab* lui-même, mais à la petite lame *lm* . . . *La traduction eſt incertaine. Nous ne ſavons pas exactement comment les planètes étaient primitivement attachées à l'anneau: comparez notre remarque qui ſe rapporte à la p.* 168 *l.* 5 *d'en bas. Il eſt fort poſſible que Huygens ait voulu dire: puiſque chaque planète pourrait être attachée non pas à l'anneau ab lui-même, mais à une petite lame lm . . .*	?

Page	*Au lieu de*	*liſez*
616 *l.* 18	es	les
618 *l.* 4	fixée	fixe
638 *note* 37 *l.* 8	conſidèrant	conſidérant
650 *l.* 18	ultilitatem	utilitatem
657 *l.* 17	*conſciptus*	*conſcriptus*
„ *note* 9 *l.* 3	l'exhorte	l'exhorte
658 *l.* 4 *d'en bas*	facules	facules
683 *note* 5	*Le dialogue de Lucien „Icaromenippus" eſt ſans doute une des oeuvres de cet auteur auxquelles Huygens fait alluſion: Menippus s'y élève jusqu'à la lune (et même plus haut encore) à l'aide d'une paire d'ailes. Mais le paſſage de Kepler de la p. 30 du „Somnium" ne ſe rapporte pas à ce dialogue. C'eſt dans ſon* Ἀληθοῦς Ἱστορίας λόγος πρῶτος *que Lucien raconte avoir viſité lui-même la lune, y ayant été porté (pour citer Kepler) „ultra columnas Herculis .. ventorum turbinibus cum ipſa navi."*	
697 *l.* 2 *d'en bas*	iint	ſint
698 *l.* 5	cvlui	celui
716 *l.* 6 *d'en bas*	quelque	quelque peu
717 *l.* 6 *d'en bas*	contigiſſiet	contigiſſet
728 *l.* 23	ainſi	ainſi
740 *note* 44 *l.* 2	sublime . . .	Os homini sublime . . .
758 *l.* 24	un Empereur Grec	un Chef d'armée Grec
	Dans la note 50 de la p. 758 nous avons dit ne pas ſavoir de quel Imperator grec il eſt queſtion. Nous le ſavons maintenant: il s'agit d'Archidamos, chef d'armée, enſuite roi de Sparte (A. III). En effet, Plutarque dans ſes „Regum et imperatorum apophtegmata", faiſant partie des „Moralia", nous apprend que Ἀρχίδαμος ὁ Ἀγησιλάου καταπελτικὸν ἰδὼν βέλος τότε πρῶτον ἐκ Σικελίας κομισθὲν ἀνεβόησεν ὦ Ἡράκλεις, ἀπόλωλεν ἀνδρὸς ἀρετά. *Nous devons cette citation à P. J. Enk (comparez la note 1 de la p. 823).*	
760 *note* 52	Leewenhoek	Leeuwenhoek
810 *l.* 21	ou	on
„ *l.* 23	au-detſus	au-deſſus
819 *l.* 1 *d'en bas*	ſoco	foco
860	Louis XV etc.	*Ajoutez*: 388.

SOMMAIRE.

